Aanpassing van die

Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde

vir gebruik in die intermediêre fase

Martha Sophia van der Walt

Proefskrif voorgelê vir die graad *Philosophiae Doctor* in Leer en Onderrig aan die Potchefstroomkampus van die Noordwes-Universiteit

Promotor: Prof. J.G. Maree (UP)

Medepromotor: Dr. S.M. Ellis (NWU)

Mei 2008

Aanpassing van die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir gebruik in die intermediêre fase.

Martha Sophia van der Walt

ERKENNINGS

SOLI DEO GLORIA

My opregte dank aan elkeen wat op een of ander wyse bygedra het tot die voltooiing van hierdie navorsingstudie.

In die besonder dank aan:

- Prof. Kobus Maree (UP), wat bereid was om oor afstand as my promotor op te tree. Dit is net 'n formidabele, internasionaal gerespekteerde akademikus soos Kobus, met kundigheid op so baie terreine, wat 'n student soos ek, kan onderrig, motiveer, inspireer en op so 'n besondere wyse hanteer. Dankie vir al die spesiale moeite en blitsige terugvoer – ook oor naweke en gedurende vakansies – en dankie dat ek so oneindig baie oor navorsing by jou kon leer

- Dr. Suria Ellis, wat bereid was om as medestudieleier op te tree; vir die kundige raad en bekwame analisering van die data. As dit nie vir Suria se toeganklikheid en bereidwilligheid was om meer as die ekstra myl te loop nie; om selfs oor naweke beskikbaar te wees nie, sou ek hierdie studie bepaald nie binne twee jaar kon afhandel nie

- Mnr. H.M. Mweli, Waarnemende Superintendent-generaal van die departement van onderwys in Noordwes, en die streekuitvoerende bestuurders vir hul toestemming om in die skole navorsing te doen

- Die elf laerskole, skoolhoofde, onderwysers en die belangrikste, die leerders – almal in Noordwes – wat dit vir my moontlik gemaak het om hierdie studie te onderneem

- Prof. Hennie Steyn vir sy ondersteuning

- Prof. Philip van der Westhuizen: Dankie, PC dat ek die Christen en mens agter die formidabele, internasionaal gerespekteerde akademikus kon leer ken. Jy maak regtig 'n verskil

- Lidia de Wet vir die professionele taalversorging

- Al my assistente, maar veral Michelle du Toit en Wilna Smit

- Petra Riedel vir hulp met die tegniese versorging van die studie

- My vriende op wie se ondersteuning ek altyd kon reken

- Jaco, Mel, Lezeth en Jandré vir liefdevolle begrip, ondersteuning en verdraagsaamheid: julle is 'n gesin duisend!

- Riaan vir sy hulp, volgehoue aanmoediging en liefdevolle ondersteuning. Baie dankie daarvoor

OPSOMMING

Aanpassing van die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir gebruik in die intermediêre fase

Die primêre doel van hierdie studie was om 'n studie-oriëntasievraelys in Wiskunde te ontwikkel waarmee leerders, onderwysers en voorligters bekend gestel kan word aan die basiese beginsels van die effektiewe leer van Wiskunde en aan die hand waarvan hul aandag gevestig kan word op die belangrike rol van die omgewing, omstandighede en agtergrond waarin Wiskunde geleer en sukses daarin behaal kan word. Die Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys is aanvullend tot die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) ontwerp, sodat die voorspellingsgeldigheid van die SOW(P) bepaal kon word. Die ontwerp van drie instrumente, naamlik 'n eenvoudige, maar bruikbare Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde, Basiese Wiskunde-vraelys en Wiskunde-woordeskatvraelys vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders (wat oor goeie psigometriese eienskappe beskik) is in die vooruitsig gestel.

In hierdie studie is die SOW (Maree, Prinsloo & Claassen, 1997a), wat ontwikkel is vir hoërskoolleerders, aangepas sodat die stellings in die vraelys ooreenkom met graad 4- tot 7-leerders se ontwikkelingsvlak en hul leesvermoë. Die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) (BW(P)) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (WW(P)) is gegrond op die leeruitkomste vir die leerarea Wiskunde soos vervat in die Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van Onderwys, 2002) vir graad R tot 9. Hierdie drie vraelyste is ontwerp nadat 'n literatuurstudie onderneem is. Hierna is vraelyste vertaal, taalversorg en aan deskundiges voorgelê, 'n loodsstudie is uitgevoer en die data statisties geanaliseer. Die vraelyste is vir die hoofstudie ingeskakel (n = 1 103) by Afrikaans- Engels- en Tswanasprekende leerders in graad 4 tot 7 in Noordwes. Die data-analise sluit in die berekening van eerste- en tweede-ordefaktoranalises vir die (SOW(P), itemsydigheid, betroubaarheidskoëffisiënte, diskriminasiewaardes en normtabelle. Geweegde gemiddeldes is gebruik sodat die resultate proporsioneel in verhouding tot die taalgroepe in die provinsie voorkom. Items in al drie vraelyste is weer verander.

Die algemene gevolgtrekking waartoe gekom is, is dat die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) oor bevredigende konstrukgeldigheid en betroubaarheid beskik, asook oor bevredigende kriteriumgeldigheid vir graad 4- tot 7-leerders (per graadgroep) in Noordwes. Die afleiding kan gemaak word dat die vraelyste as aanvaarbaar beskou kan word vir die doel waarvoor hulle beoog is.

Trefwoorde: Faktoranalise Itemontleding Konstrukgeldigheid Kriteriumgeldigheid Studiehouding Studiegewoontes Studie-oriëntasie *Wiskunde-angs* Wiskunde-prestasie Wiskundewoordeskat

SUMMARY

Adaptation of the Study orientation questionnaire in Mathematics for use in the Intermediate Phase

The primary aim of this study was to develop a study orientation questionnaire in Mathematics with which learners, teachers and counsellors could be introduced to basic principles of the effective learning of Mathematics and on the basis of which their attention could be drawn to the important role of the environment, circumstances and background in which Mathematics is learnt and in which success can be achieved. The Basic Mathematics Questionnaire in Mathematics (Primary) (BM(P)) and the Mathematics Vocabulary Questionnaire (Primary) (MV(P)) were designed supplementary to the Study Orientation Questionnaire in Mathematics (Primary) (SOM(P)) so that prediction validity of the SOM(P) could be determined. Three instruments (the simple yet useable SOM(P), the BM(P) and the MV(P) that have good psychometric characteristics were envisaged for use among Grade 4 to 7 learners.

In this study the SOM (Maree, Prinsloo & Claassen, 1997a), which was developed for high school learners, was adapted so that the statements in the questionnaire corresponded with Grade 4 to 7 learners' development level and reading ability. The Basic Mathematics Questionnaire (Primary) and Mathematics Vocabulary Questionnaire (Primary) are based on the learning outcomes for the learning area Mathematics as contained in the National Curriculum Statement (Department of Education, 2002) for Grade R-9. These three questionnaires were designed after a literature study was conducted. Subsequently questionnaires were translated and edited, presented to experts, a pilot study was conducted and the data statistically analysed. For the main study, the questionnaires were administered to (n = 1 103) among Afrikaans, English, and Tswana-speaking learners in Grade 4 to 7 in Northwest. The data analysis included the calculation of first- and second order factor analysis for the SOM(P), item bias, reliability coefficients, discrimination values and norm tables. Weighted averages were used so that the results appeared proportionally to the ratios of the language groups in the province. Changes were again made to the items of all three questionnaires.

The general conclusion that was reached is that the SOM(P), BM(P) and MV(P) had satisfactory construct validity and reliability as well as satisfactory criterion validity for Grade 4 to 7 learners (per grade group) in Northwest. It can be concluded that the questionnaires are acceptable for the purpose for which they were intended.

Key words

Construct validity Criterion validity Factor analysis Item analysis Mathematics anxiety Mathematics performance Mathematics vocabulary Study attitude Study habits Study orientation

INHOUDSOPGAWE

Voorbladsye: Titelblad, Erkennings, Opsomming, Trefwoorde, *Summary, Key words*

HOOFSTUK 1: ORIëNTASIE

1.1 Agtergrond en oriëntasie 1

1.1.1 Internasionale navorsing: die verband tussen studie-oriëntasie in Wiskunde en Wiskunde-prestasie 1

1.1.1.1 Resultate van die TIMSS-studie 1

1.1.1.2 Internasionale navorsing: faktore wat leer beïnvloed 1

1.1.2 Nasionaal: hersiening van beleidsdokumente en implementering van uitkomsgerigte onderwys 2

1.1.2.1 Beleidsdokumente 2

1.1.2.2 Uitkomsgerigte onderwys 2

1.2 Motivering en probleemstelling 2

1.2.1 Motivering vir die aanpassing van die SOW vir graad 4- tot 7-leerders 2

1.2.2 Navorsingsprobleem 4

1.3 Moontlike bydrae van die onderhawige studie 5

1.4 Beknopte oorsig van literatuur: leer van en prestasie in Wiskunde 6

1.4.1 Inklusiewe onderwys 6

1.4.2 Faktore wat leer beïnvloed 6

1.4.2.1 Doelwitte en behoeftes 6

1.4.2.2 Sosiale omgewing 7

1.4.2.3 Probleemoplossing en oortuigings 7

1.4.2.4 Moontlike redes vir ontoereikende Wiskunde-prestasie 8

1.5 Gepubliseerde vraelyste en die tekortkomings daarvan 8

1.6 Konseptuele agtergrond en relevansie van die studie 11

1.6.1 Sosiaal-konstruktivistiese teorie 11

1.6.2 Benadering tot die onderrig en leer van Wiskunde wat gerig is op probleemoplossing 12

1.7 Navorsingsdoelwitte 13

1.8 Etiese oorwegings 14

1.9 Begripsverklaring 15

1.9.1 Intermediêre fase 15

1.9.2 Wiskunde 17

1.9.3 Wiskunde-probleem, probleemoplosser en probleemoplossing 16

1.9.4 Studiehouding 17

1.9.5 *Wiskunde-angs* .....

1.9.6 Studiegewoontes 18

1.9.7 Probleemoplossingsgedrag 18

1.9.8 Studie-milieu 18

1.9.9 Studie-oriëntasie 19

1.9.10 Basiese Wiskunde-vraelys 19

1.9.11 Wiskunde-woordeskatvraelys 19

1.10 Hoofstukindeling 19

HOOFSTUKK 2: LITERATUURSTUDIE

2.1 Leerteorieë 21

2.1.1 Inleidende oriëntering 21

2.1.2 Enkele menings oor die begrip *leer* 22

2.1.3 Leerteorieë 22

2.1.3.1 Die evolusie van leerteorieë 22

2.1.3.2 Enkele vroeë kognitiewe perspektiewe 23

2.1.4 Fokus op sosiale konstruktivisme 27

2.1.4.1 Definisie van konstruktivisme 27
2.1.4.2 Sosiale leerteorie 29
2.1.4.3 Die verband tussen leer en konstruktivisme 30
2.1.4.4 Aspekte van konstruktivisme 31
2.1.4.5 Leerteorie en onderrig 32
2.1.4.6 Enkele aspekte van konstruktivistiese onderrig in Wiskunde 32
2.1.4.7 Die doel van onderrig in Wiskunde 32
2.1.4.8 Konstruktivisme se kognitiewe oorsprong 33
2.1.5 Meer onlangse sienings van leer, leerders, onderrig en onderwysers 34
2.1.5.1 Klaskameromgewings wat bevorderlik is vir konstruktivistiese leer 37
2.1.5.2 Koöperatiewe en konstruktivistiese leer 38
2.1.6 Uitkomsgerigte onderwys 39
2.2 Wiskunde 40
2.3 Studie-oriëntasie in Wiskunde 44
2.3.1 Fokus op enkele aspekte van leer 44
2.3.1.1 Van onderrig tot leer 44
2.3.1.2 Denke en leer 45
2.3.1.3 Die daarstelling van 'n moontlike leermodel 47
2.3.1.4 Verstaan van die begrip *leer* 50
2.3.2 Studie-oriëntasie en die uitkomste vir onderrig in en aanleer van Wiskunde 50
2.3.2.1 Faktore wat Wiskunde-prestasie beïnvloed 51
2.3.2.2 Die rol van leerders se studie-oriëntasie in hul Wiskunde-prestasie 53
2.3.2.3 Die ontstaan van studie-oriëntasieprobleme in Wiskunde 53
2.3.2.4 Klassifikasie en oorsig van enkele faktore wat leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde kan beïnvloed 54
2.4 Kognitiewe en metakognitiewe faktore 55
2.4.1 Definisies van die begrip *kognisie* 55

2.4.2 Kognitiewe vaardighede wat volgens TIMSS 2003 vereis is 56

2.4.3 Fokus in Wiskunde op kennis van konsepte en prosesse 59

2.4.3.1 Kennis van prosesse en konsepte as aspekte van vyf interaktiewe versterkings in Wiskunde 59

2.4.3.2 Definisies van kennis van prosesse en kennis van konsepte 60

2.4.4 Kognitiewe prosesse wat in Wiskunde benodig word 61

2.4.5 Foute wat leerders in Wiskunde maak 61

2.4.5.1 Leerders se vrae 62

2.4.5.2 Onderwysers se verduidelikings 63

2.4.6 Taalvaardigheid in Wiskunde 63

2.4.6.1 Die taal van Wiskunde en die eise wat dit aan leerders stel 63

2.4.6.2 Informele en formele Wiskunde-taal 63

2.4.6.3 Die woordeskat van Wiskunde 63

2.4.6.4 Probleme wat moontlik by die aanleer van Wiskunde-taal ondervind kan word 64

2.4.6.5 Wyses waarop telgetalle in verskillende tale benoem word 65

2.4.6.6 Die rol van Wiskunde-simbole in die Wiskunde-klaskamer 67

2.4.6.7 Fokus op leesvermoë in Wiskunde 67

2.4.6.8 Vereistes wat Wiskunde-teks aan die leser stel 68

2.4.6.9 Die invloed van onderrig van en leer in Wiskunde deur medium van 'n tweede taal68

2.4.7 Metakognisie en prestasie in Wiskunde 69

2.4.8 *Metakognisie* teenoor *kognisie* 70

2.4.9 Bespreking van enkele grondleggers se siening van die begrip *metakognisie* 70

2.4.9.1 Flavell 70

2.4.9.2 Schoenfeld 71

2.4.10 Metakognisie 72

2.4.10.1 Enkele definisies van *metakognisie* 73

2.4.11 Kort oorsig van die aard van *metakognitiewe selfregulering* 76

2.4.12 Wanneer leer leerders effektief? 80

2.4.13 Die doel van *metakognisie* 80

2.5 Affektiewe faktore 81

2.5.1 Inleiding tot affektiewe faktore 82

2.5.2 Leerervaringe wat leerders se emosionele ingesteldheid rakende Wiskunde beïnvloed 82

2.5.3 Oortuigings rakende Wiskunde 83

2.5.4 Houding jeens Wiskunde 84

2.5.5 *Wiskunde-angs* 84

2.5.6 Die moontlike invloed van affek op leerders se studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde 88

2.5.6.1 Die potensiële invloed van affek op leerders se kognitiewe prosesse 88

2.5.6.2 Selfvertroue 88

2.6 Die rol van konatiewe faktore in studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde 89

2.6.1 Omskrywing van die begrip *konasie* 89

2.6.1.1 Inleidende omskrywing 89

2.6.2 Joubert se siening van die rol van wilsfaktore 90

2.6.3 Snow en Jackson se klassifiserende oorsig van konatiewe faktore 90

2.6.4 Die bestuurskomponent van motivering 92

2.6.5 Die verwerwing van konatiewe faktore ten einde 'n positiewe invloed te hê op leerders se studie-oriëntasie, en eventueel op hul prestasie, in Wiskunde 92

2.7 Kruiskulturele faktore, Wiskunde-prestasie en die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde: kort oorsig 93

2.7.1 Inleidende agtergrond 93

2.7.2 Omskrywing van die begrip *kultuur* 93

2.7.2.1 Kruiskulturele navorsing 94

2.7.2.2 Sosio-kultureel 94

2.7.3 Kultuur- en prestasieprobleme in Wiskunde 94

2.7.3.1 Situasie op internasionale vlak 94
2.7.3.2 Situasie in Suid-Afrika 95
2.7.4 Kultuurverwante linguistiese probleme 95
2.7.4.1 Nie-moedertaalonderrig 96
2.7.5 Kultuurverwante nie-linguistiese probleme 98
2.7.5.1 Rasse- of etniese groepverskille 98
2.7.5.2 Geslagverwante verskille in Wiskunde-prestasie 98
2.7.5.3 Sosio-ekonomiese status (SES) 99
2.7.5.4 Ouerbetrokkenheid en leerders se prestasie in Wiskunde 99
2.7.5.5 Kultuur van die skool teenoor die kultuur van die gemeenskap 99
2.7.5.6 Kultuur, intelligensie en die onderwyser 100
2.7.6 Perspektief op kruiskulturele meting van 'n studie-oriëntasie in Wiskunde 101
2.7.6.1 Vergelykbaarheid en ekwivalensie 101
2.7.6.2 Enkele strategieë vir kruiskulturele meting 102
(1) Vertalingstrategieë 102
(ii) Die kombineerde eties-emiese benadering 103
(iii) Geldigheidsbepaling deur die nomologiese netwerk 103
(iv) Interne-struktuurkongruensie 104
(v) Itemsydigheid 105
2.7.7 Strukturele vergelykingsmodelle (SEM) 108
2.7.8 Normtabelle 110
2.8 Samevatting 111

HOOFSTUK 3: NAVORSINGSONTWERP

3.1 Inleidende oriëntering 112
3.1.1 Aannames van die navorser 112

3.1.2 Metateoretiese vertrekpunte 112

3.1.3 Teoretiese aannames 114

3.1.4 Paradigmatiese perspektief 115

3.1.5 Navorsingsmetodologie 118

3.2 Empiriese ondersoek 119

3.2.1 Tegniese vereistes vir 'n meetinstrument 119

3.2.1.1 Definisie: Meetinstrument 119

3.2.1.2 Die doel van die standaardisering van 'n meetinstrument 120

3.2.1.3 Kwaliteitsversekeringskriteria 120

3.3 Die uitbouings- en ontginningsfase 125

3.3.1 Addisionele kwaliteitskontrole: uittoets van die voorlopige meetinstrumente op 'n groep toetslinge (loodsstudie) 125

3.3.1.1 Respondente 125

3.3.1.2 Dataversamelingsprosedures 126

3.3.1.3 Prosedures wat gevolg is met die inskakeling van die drie vraelyste 126

3.3.1.4 Die inwin van kundiges se menings in die ontwerp van die vraelyste 126

3.3.2 Die aanpassing van die SOW vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders 127

3.3.2.1 Algemene oriëntering rakende die SOW 127

3.3.2.2 Die ontwikkeling van die SOW(P) 129

3.3.2.3 Data-analise en resultate van die voorlopige SOW(P) 132

3.3.3 Instrumente vir die meet van basiese Wiskunde-vaardigheid en Wiskunde-taal-bevoegdheid 142

3.3.3.1 Inleidende oriëntering 142

3.3.3.2 Die samestelling van die Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelys vir inhoudsgeldigheid 142

3.3.3.4 Inhouds- en kriteriumgeldigheid van die Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelys 151

3.4 Implementeringsfase 151

3.4.1 Teikenpopulasie 151

3.4.2 Steekproefstrategie 151

3.4.3 Meetinstrumente 153

3.4.4 Dataversamelingsprosedures 154

3.5 Data-analiseringsfase en geldigheidsbepalingsfase 154

3.5.1 Die probleemstellings wat in hierdie studie ondersoek word en die statistiese prosedures om die probleemstellings te ondersoek 155

3.5.1.1 Die primêre navorsingsprobleemstelling wat in hierdie studie ondersoek word ... 155

3.5.1.2 Die eerste twee sekondêre probleemstellings wat ondersoek word 155

3.5.1.3 Die laaste twee sekondêre probleemstellings wat ondersoek word 155

3.5.2 Standaardisering van die SOW(P), Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) 156

3.5.2.1 Vasstelling van geldigheid van SOW(P), die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) 156

3.5.2.2 Vasstelling van betroubaarheid van SOW(P), Basiese Wiskunde-vraelys en Wiskunde-woordeskatvraelys 160

3.5.3 Vergelykende studies om die toepaslikheid van die SOW(P), BW(P) en WW(P) te bepaal 160

3.5.3.1 Beskrywende statistiek 163

3.6 Etiese oorwegings 165

3.6.1 Etiese kwessies wat die respondente raak 165

3.6.2 Etiek en die wetenskaplike gemeenskap 165

3.6.3 Etiese kwessies en die formulering van die doelstellings van die navorsing, die probleemstelling en die navorsingsvrae 166

3.6.4 Etiese kwessies tydens dataversameling 166

3.6.5 Etiese kwessies in die data-analise en interpretasie daarvan 167

3.6.6 Etiek en die opskryf en verspreiding van die navorsing 167

3.7 Parameters van die studie 168

3.8 Voorsiene probleme 169

3.9 Beperkings van hierdie studie 169

3.10 Samevatting 170

HOOFSTUK 4: RESULTATE EN BESPREKING

4.1 Inleidende oriëntering 171

4.2 Biografiese inligting 172

4.3 Rasionaal vir die bepaling van gewigte waarmee geweegde beramings vir die populasie bereken kan word 178

4.4 Bepaling van die konstrukgeldigheid van die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) 180

4.4.1 Skeefheid by die SOW(P) 180

4.4.2 Geen-respons op items 181

4.4.3 Faktoranalise 181

4.4.3.1 Bartlett se sferisiteitstoets en die Kaiser-Meyer-Olkintoets 181

4.4.3.2 Besluit oor die aantal faktore wat onttrek moet word 182

4.4.3.3 Korrelasies tussen faktore 185

4.4.3.4 Kontrole faktoranalises 186

4.4.4 Tweede-ordefaktoranalise 186

4.4.4.1 Besluit oor die aantal faktore wat onttrek moet word 186

4.4.4.2 Patroonmatriks van die tweede-ordefaktoranalise 187

4.4.4.3 Betroubaarheid van tweede-ordefaktore 187

4.4.4.4 Ander tweede-ordefaktoranalises as kontrolemaatreëls 188

4.4.5 Faktoranalise op items wat in pakkies gegroepeer is 188

4.4.5.1 Faktoranalise op die pakkies 189

4.4.5.2 Aantal faktore onttrek 190

4.4.5.3 Patroonmatriks van die *Promax*-geroteerde faktore 190

4.4.5.4 Beskrywing van die drie faktore wat onttrek is 191

4.4.5.5 Korrelasies tussen faktore 193

4.4.5.6 Betroubaarheid van die drie faktore 193
4.4.6 Itemsydigheid 195
4.4.6.1 Definisie van die begrip *itemsydigheid* 195
4.4.6.2 Tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies 195
4.4.6.3 ANOVA 195
4.4.6.4 Rasch-modelle 196
4.4.6.5 Passing van data op die Rasch-model 196
4.4.6.6 Gevolgtrekking oor die passing van data 199
4.4.7 Itemsydigheid van die SOW(P)-faktore 199
4.4.8 Sydigheid van faktoranalises ten opsigte van taal 205
4.4.8.1 Tucker phi-koëffisiënte van die SOW(P)-faktore 206
4.4.8.2 Verkennende faktoranalise 207
4.4.8.3 Korrelasies tussen faktore 208
4.4.8.4 Resultate van die betroubaarhede van die faktore van die SOW(P) 208
4.4.9 Strukturele vergelykingsmodelle 212
4.4.9.1 Bevestigende faktoranalise 212
4.5 Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) 217
4.5.1 Beskrywende statistiek van die resultate van die Basiese Wiskunde-vraelys 217
4.5.1.1 Persentasie respondente wat items in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) (BW(P)) korrek beantwoord het 217
4.5.1.2 Skeefheid by die BW(P) 219
4.5.1.3 Diskriminasiewaardes van items in BW(P) 219
4.5.2 Faktoranalise van die BW(P) 223
4.5.2.1 Besluit oor die aantal faktore wat onttrek moet word 223
4.5.3 Betroubaarheid van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) 225
4.5.4 Itemsydigheid van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) 227
4.5.4.1 Passing van die data van die BW(P) in die Rasch-model 227

4.5.5 Sydigheid van die faktoranalise by die BW(P) ten opsigte van taal met behulp van Tucker se φ-koëffisiënt 232

4.6 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P) 232

4.6.1 Beskrywende statistiek van die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P)232

4.6.1.1 Persentasie respondente wat items in die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (WW(P)) korrek beantwoord het 232

4.6.1.2 Skeefheid by WW(P) 233

4.6.1.3 Diskriminasiewaardes van items in WW(P) 234

4.6.2 Faktoranalise van die WW(P) 236

4.6.2.1 Besluit oor die aantal faktore wat onttrek moet word 236

4.6.3 Betroubaarheid van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) 238

4.6.4 Itemsydigheid van die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) 239

4.6.4.1 Passing van die data van die WW(P) in die Rasch-model 239

4.6.4.2 Sydigheid van die faktoranalise by die WW(P) met betrekking tot Tucker se φ-koëffisiënte 243

4.7 Opsomming van beskrywende statistiekresultate 243

4.8 Normtabelle 251

4.9 Voorspellingsgeldigheid van SOW(P), die WW(P) en die BW(P) 258

4.9.1 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om die BW(P) te voorspel vir die totale groep en afsonderlik vir elke graadgroep 258

4.9.2 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om die BW(P) vir die totale groep te voorspel 259

4.9.3 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om die BW(P) vir graad 4 te voorspel 262

4.9.4 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om die BW(P) vir graad 5 te voorspel 265

4.9.5 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om die BW(P) vir graad 6 te voorspel 268

4.9.6 Interkorrelasies tussen die faktore van SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om die BW(P) vir graad 7.te voorspel 271

4.10 Samevatting 273

HOOFSTUK 5: SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

5.1 Inleiding 275

5.2 Die behoefte aan voorligting oor leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde 277

5.2.1 Opsomming van die resultate uit die literatuurstudie 278

5.2.1.1 Piaget en Vygotsky 278

5.2.1.2 Wiskunde en taal 278

5.2.1.3 Die kennisbasis van Wiskunde 278

5.2.1.4 Onderwysers en hul onderrig in Wiskunde 279

5.2.1.5 Die bydrae van taal en kultuur tot Wiskunde-prestasie 280

5.2.1.6 Houding en oortuigings rakende Wiskunde 280

5.2.1.7 Die bydrae van metakognitiewe strategieë tot sukses in Wiskunde 280

5.2.1.8 Die invloed van sosio-ekonomiese agtergrond op sukses in Wiskunde 281

5.3 Probleemsentrering 281

5.3.1 Beskrywing van studie-oriëntasie in Wiskunde 282

5.3.2 Die aandeel van studie-oriëntasie aan prestasie in Wiskunde 282

5.3.3 Tegnieke vir die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde 283

5.3.4 Oorwegings by die ontwerp van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) 283

5.3.5 Rasionaal (beskrywing van die faktore van die SOW(P)) 284

5.4 Bevindings en implikasies van hierdie ondersoek 286

5.4.1 Standaardisering van die SOW(P) 286

5.4.2 Standaardisering van beide die BW(P) en die WW(P) 287

5.4.3 Prestasie van respondente in die BW(P) en die WW(P) 288

5.4.4 Vergelykende studie om die toepaslikheid van die SOW(P), die BW(P) en die WW(P) te bepaal 290

5.4.4.1 Vergelykings tussen geslaggroepe 290

5.4.4.2 Vergelykings tussen taalgroepe 290

5.4.4.3 Vergelykings tussen *graadgroepe* 293

5.4.5 Bepaling van die kriteriumgeldigheid van die SOW(P)) en die WW(P) by wyse van regressie-analise 294

5.5 Aanbevelings 295

5.5.1 Optimalisering van studiegewoontes in Wiskunde 295

5.5.2 Hantering van leerders se *Wiskunde-angs*vlakke 296

5.5.3 Fasilitering van 'n meer toereikende studiehoudings jeens Wiskunde 297

5.5.4 Stappe om Tswanasprekende leerders se milieubenadeeldheid te oorkom 297

5.5.5 Aanbevelings van 'n algemene aard 298

5.5.6 Gebruik van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) om enkele aspekte van toetsinterpretasie in Wiskunde te bevorder 300

5.5.7 Gebruike van die SOW(P), die BW(P) en die WW(P) 301

5.5.8 Verdere navorsing 303

5.5.9 Opvolgstudies ten aansien van die SOW(P), die BW(P) en die WW(P) 303

5.6 Samevattend 304

6 **BRONNELYS** 319

BYLAAG: Toestemmingsbriewe

TABELLE

Tabel 1.1 Beskrywing van enkele van die gepubliseerde vraelyste en tekortkomings om graad 4- tot 7-leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde te assesseer 9

Tabel 1.2 Verduideliking van die woord *aanpassing* 15

Tabel 1.3 Voorlopige hoofstukindeling 20

Tabel 2.1 Die ontwikkeling van 'n persoon se sosiale perspektiewe 30

Tabel 2.2 Die begrippe *instruct* of *onderrig* en *construct* of *konstrueer* 31

Tabel 2.3 Definisies van Wiskunde 41

Tabel 2.4 Definisies van die term *kognisie* 56

Tabel 2.5 Verduideliking van die kognitiewe kategorieë volgens TIMMS 2003 57

Tabel 2.6 Definisies van die kennis van prosesse en konsepte 60

Tabel 2.7 Enkele woorde in Wiskunde-taal en/of huistaal, wat dubbelsinnig is of dubbele betekenisse kommunikeer 64

Tabel 2.8 'n Vergelyking tussen die wyses waarop telgetalle en die plekwaarde daarvan in Afrikaans, Engels en Tswana beskryf word 66

Tabel 2.9 Verduideliking van *kognisie* en *metakognisie* 70

Tabel 2.10 Definisies en/of bespreking van *metakognisie* 73

Tabel 2.11 Flavell se bespreking van persoons-, taak- en strategieveranderlikes 75

Tabel 2.12 Bespreking van verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike kennis 76

Tabel 2.13 Definisies en/of bespreking van die begrip *refleksie* 78

Tabel 2.14 Kategorieë van oortuigings rakende Wiskunde 83

Tabel 2.15 Enkele faktore wat potensieel tot *Wiskunde-angs* kan lei 85

Tabel 2.16 Snow en Jackson se klassifiserende oorsig van konatiewe faktore 91

Tabel 2.17 Moontlike kombinasies van die onderrig- en leertaal en die addisionele taal (in 'n skool se taalbeleid) asook die leerder se huistaal 97

Tabel 2.18 Enkele tipes ekwivalensies wat tydens die aanpassing van kruiskulturele meetinstrumente gefasiliteer kan word 107

Tabel 2.19 Passingmaatstawwe 110

Tabel 3.1 Die postpositivistiese denkraamwerk volgens Phillips en Burbules (2000) 116

Tabel 3.2 Enkele faktore wat interne geldigheid bedreig 123

Tabel 3.3 Enkele faktore wat eksterne geldigheid potensieel bedreig 124

Tabel 3.4 Frekwensies van die respondente uit drie skole wat aan die loodsstudie deelgeneem het 126

Tabel 3.5 Velde en voorbeelde van elke veld van die SOW vir graad 9- tot graad 11-leerders 128

Tabel 3.6 Voorbeelde van stellings in die SOW en die SOW(P) 134

Tabel 3.7 Eiewaardes van 13 veranderlikes van die eerste orde faktoranalise 136

Tabel 3. 8 Patroonmatriks 137
Tabel 3.9 Struktuurmatriks 138
Tabel 3.10 Faktorkorrelasiematriks 139
Tabel 3.11 Resultate van die betroubaarheid van faktore (Cronbach alpha-waardes) 140
Tabel 3.12 Minimum en maksimum phi-koëffisiënte vir graad-, geslag- en moeder-taalgroepe 141
Tabel 3.13 Voorbeelde van items en response in die oorspronklike Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelys afsonderlik 144
Tabel 3.14 Aantal items per leeruitkoms ingesluit in die oorspronklike meetinstrumente 145
Tabel 3.15 Cronbach alpha-waardes vir die Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelyste (Loodsstudieresultate) 147
Tabel 3.16 Minimum en maksimum waarde van phi-koëffisiënt per geslag-, graad- en taalgroepe 150
Tabel 3.17 Die aantal items per leeruitkoms in die finale Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys 151
Tabel 3.18 Die verdeling van die steekproef op grond van strata en minimum aantal respondente 152
Tabel 3.19 Geldigheid van die Basiese Wiskunde-, die Wiskundige woordeskat- en die SOW(P)-instrumente 157
Tabel 3.20 Vergelyking van die verskillende groepe se data 161
Tabel 3.21 Voorgestelde kwantitatief-afgeleide parameters vir die onderhawige studie 168
Tabel 4.1 Volgorde waarin statistiese prosedures uitgevoer en resultate bespreek word 171
Tabel 4.2 Navorsingsvrae en onderafdelings wat oor die navorsingsprobleme handel 172
Tabel 4.3 Samestelling van die waargenome skole ten opsigte van streke in die Noordwes en ligging van skole (stad/dorp of township) 173
Tabel 4.4 Frekwensie van respondente volgens taal 174
Tabel 4.5 Frekwensie van respondente volgens geslag 175
Tabel 4.6 Frekwensie van respondente per ouderdom 176
Tabel 4.7 Persentasie respondente wie se ouers leef en wie se huise van elektrisiteit voorsien is 176
Tabel 4.8 Verband van taal met geslag, ouderdom, graad, ma wat nog leef, pa wat nog leef en elektrisiteit in die huis 177
Tabel 4.9 Geografiese frekwensies van kinders volgens taal in die ouderdomsgroep 5 tot 14 jaar tydens die 2001-sensusopname 179
Tabel 4.10 Eiewaardes van die 11 faktore en die persentasie variansie wat dit verklaar 182
Tabel 4.11 Patroonmatriks van die eerste orde faktoranalise en items se kommunaliteite soos uit die aanvanklike ongeroteerde hoofkomponentanalise verkry 183
Tabel 4.12 Faktor-korrelasiematriks 185
Tabel 4.13 Eiewaardes van tweede-ordefaktore, asook persentasie variansie verklaar 186

Tabel 4.14 Patroonmatriks van tweede-ordefaktoranalise, items se kommunaliteite soos uit ongeroteerde faktoranalise verkry is en aantal items in elke faktor 187
Tabel 4.15 Resultate van die betroubaarheid van die faktore (Cronbach α -waardes) 188
Tabel 4.16 SOW(P) se items wat in pakkies gegroepeer is asook beskrywing van pakkies 189
Tabel 4.17 Pakkies se eiewaardes 190
Tabel 4.18 Patroonmatriks van die faktoranalise op die pakkies, items se kommunaliteite (soos uit ongeroteerde hoofkomponentanalise) en aantal items per pakkie 191
Tabel 4.19 Beskrywing van die drie faktore wat deur pakkies onttrek is 192
Tabel 4.20 Korrelasies tussen faktore 193
Tabel 4.21 Betroubaarheid (Cronbach α-waardes) van faktore 193
Tabel 4.22 Gemiddelde kwadraat *infit*- en *outfit*-statistiek vir die passing van die SOW(P) se *Wiskunde-ang*sitems asook itemkorrelasies 197
Tabel 4.23 Gemiddelde kwadraat *infit*- en *outfit*-statistiek vir die passing van die SOW(P) se *Studiehouding jeens Wiskunde*-items asook itemkorrelasies 198
Tabel 4.24 Gemiddelde kwadraat *infit*- en *outfit*-statistiek vir die passing van die SOW(P) se *Studiegewoontes in Wiskunde*-items asook itemkorrelasies 199
Tabel 4.25 Itemsydigheid van Faktor 1 *(Wiskunde-angs)* van die SOW(P) per taal, geslag en graad verkry uit (i) tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies effekgroottes, (ii) ANOVA ten opsigte van taal en interaksie van vlak met taal, en (iii) Mantel-Haenszel se p-waardes soos uit Rasch 200
Tabel 4.26 Itemsydigheid van Faktor 2 (*Studiehouding jeens Wiskunde)* van die SOW(P) per taal, geslag en graad verkry uit (i) tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies effekgroottes, (ii) ANOVA ten opsigte van taal en interaksie van vlak met taal, en (iii) Mantel-Haenszel p-waardes soos uit Rasch 202
Tabel 4.27 Itemsydigheid van Faktor 3 (*Studiegewoontes in Wiskunde)* van die SOW(P) per taal, geslag en graad verkry uit (i) tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies effekgroottes, (ii) ANOVA ten opsigte van taal en interaksie van vlak met taal, en (iii) Mantel-Haenszel p-waardes soos uit Rasch 204
Tabel 4.28 Tucker se φ-koëffisiënte vir die drie faktore van die SOW(P) 206
Tabel 4.29 Patroonmatriks van die faktoranalise op saamgestelde pakkies en items se kommunaliteite 207
Tabel 4.30 Korrelasies tussen faktore 208
Tabel 4.31 Resultate van die betroubaarheid van faktore (Cronbach α-waardes) 208
Tabel 4.32 Resultate van Cronbach α-waardes vir individuele items van Faktor 1 (*Wiskunde-angs*) 209
Tabel 4.33 Resultate van Cronbach α-waardes vir individuele items van Faktor 2 (*Studiehouding jeens Wiskunde)* 210
Tabel 4.34 Resultate van Cronbach α-waardes vir individuele items van Faktor 3 (*Studiegewoontes in Wiskunde*) 211
Tabel 4.35 Passingmaatstawwe vir die pakkiesmodel 214
Tabel 4.36 Gestandaardiseerde residu-matriks na maksimum waarskynlikheid bevestigende faktoranalise en onttrekking van drie faktore 216

Tabel 4.37 Persentasie respondente wat items in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) korrek beantwoord het, persentasie ontbrekende data en diskriminasiewaardes vir elke item 222

Tabel 4.38 Patroonmatriks van die eerste-ordefaktoranalise en items se kommunaliteite wat uit die aanvanklike ongeroteerde hoofkomponentanalise verkry is 224

Tabel 4.39 Faktorkorrelasiematriks 225

Tabel 4.40 Items wat weggelaat is, korrelasies met totaaltelling en Cronbach α-waardes 226

Tabel 4.41 Gemiddelde kwadraat *infit*- en *outfit*-statistiek vir die passing van die BW(P) se items asook itemkorrelasies 228

Tabel 4.42 Itemsydigheid van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) per taal, geslag en graad verkry uit (i) tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies effekgrootte, (ii) ANOVA ten opsigte van taal en interaksie van vlak met taal, en (iii) Mantel-Haenszel p-waardes soos uit Rasch 230

Tabel 4.43 Tucker se φ-koëffisiënte ten opsigte van taal vir die BW(P) 232

Tabel 4.44 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr): persentasie respondente wat items korrek beantwoord het; persentasie ontbrekende data en diskriminasiewaardes per item 235

Tabel 4.45 Patroonmatriks van die eerste-ordefaktoranalise en items se kommunaliteite, soos uit die aanvanklike ongeroteerde hoofkomponentanalise verkry is 237

Tabel 4.46 Faktorkorrelasiematriks 238

Tabel 4.47 Betroubaarheid wanneer individuele items weggelaat is, korrelasie met totaaltelling en Cronbach α-waardes 238

Tabel 4.48 Gemiddelde kwadraat *infit*- en *outfit*-statistiek vir die passing van die WW(P) se items, asook itemkorrelasies 240

Tabel 4.49 Itemsydigheid van die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) per taal, geslag en graad verkry uit (i) tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies effekgroottes, (ii) ANOVA ten opsigte van taal en interaksie van vlak met taal, en (iii) Mante-Haenszel se p-waardes soos uit Rasch 241

Tabel 4.50 Tucker se φ-koëffisiënte vir die WW(P) 243

Tabel 4.51 Gemiddeldes ($\bar{x}$), mediane, minimum en maksimum waardes, onderste en boonste kwartiel, skeefheid, kurtose en effekgroottes vir graad 4- tot 7-leerders vir die SOW(P) se drie faktortellings, die WW(P) en die BW(P) 244

Tabel 4. 52 Gemiddeldes ($\bar{x}$), standaardafwykings (s) en effekgroottes vir graad 4- tot 7-leerders vir die SOW(P) se drie faktore, WW(P) en BW(P) ten opsigte van taal ... 247

Tabel 4.53 Gemiddeldes ($\bar{x}$), standaardafwykings (s) en effekgroottes vir verskillende graadgroepe 249

Tabel 4.54 Gemiddeldes ($\bar{x}$), standaardafwykings (s) en effekgroottes vir geslaggroepe 251

Tabel 4.55 Persentielrange vir graad 4-leerders vir die SOW(P) se drie faktore 252

Tabel 4.56 Persentielrange vir graad 5-leerders vir die SOW(P) se drie faktore 253

Tabel 4.57 Persentielrange vir graad 6-leerders vir die SOW(P) se drie faktore 254

Tabel 4.58 Persentielrange vir graad 7-leerders vir die SOW(P) se drie faktore 255

Tabel 4.59 Persentielrange vir graad 4- tot 7-leerders vir die WW(P) 256
Tabel 4.60 Persentielrange vir graad 4- tot 7-leerders vir die BW(P) 257
Tabel 4.61 Interkorrelasie van die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) vir die totale groep 259
Tabel 4.62 Meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) op die prestasie in Wiskunde vir die totale groep 260
Tabel 4.63 Opsomming van die stapsgewyse regressie van die SOW(P) en die WW(P) op prestasie in Wiskunde vir die totale groep 261
Tabel 4.64 Interkorrelasie van die drie faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) vir graad 4-leerders 262
Tabel 4.65 Meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) op die prestasie in Wiskunde vir graad 4-leerders 264
Tabel 4.66 Opsomming van die stapsgewyse regressie van die SOW(P) en die WW(P) op prestasie in Wiskunde vir graad 4-leerders 265
Tabel 4.67 Interkorrelasie van die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) vir graad 5 leerders 265
Tabel 4.68 Meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) op die prestasie in Wiskunde vir graad 5-leerders 266
Tabel 4.69 Opsomming van die stapsgewyse regressie van die faktore van die SOW(P) en die WW(P) op prestasie in Wiskunde vir graad 5 267
Tabel 4.70 Interkorrelasie van die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) vir graad 6-leerders 268
Tabel 4.71 Meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) op die prestasie in Wiskunde vir graad 6-leerders 269
Tabel 4.72 Opsomming van die stapsgewyse regressie van die faktore van die SOW(P) en die WW(P) op prestasie in Wiskunde vir graad 6-leerders 270
Tabel 4.73 Interkorrelasie van die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) vir graad 7-leerders 271
Tabel 4.74 Meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) op die prestasie in Wiskunde vir graad 7-leerders 272
Tabel 4.75 Opsomming van die stapsgewyse regressie van die faktore van die SOW(P) en die WW(P) op prestasie in Wiskunde vir graad 7 273

FIGURE

Figuur 2.1 Die evolusie van leerteorieë ... 23

Figuur 2.2 Kognitiewe funksionering volgens Piaget ... 25

Figuur 2.3 Enkele moontlike aspekte wat konstruktivisme beskryf en wat verreken behoort te word in Wiskunde-onderrig ... 34

Figuur 2.4 Leer, leerder, onderrig en leeruitkomste ... 35

Figuur 2.5 Die leerder as bekwame probleemoplosser ... 36

Figuur 2.6 Metakognitiewe benadering tot aktiewe leer ... 37

Figuur 2.7 Skematiese voorstelling van 'n moontlike leer-model ... 49

Figuur 2.8 'n Skematiese voorstelling van enkele faktore wat leer in Wiskunde beïnvloed ... 52

Figuur 2.9 Voorbeelde van dubbele kodering wat in Wiskunde vereis word ... 65

Figuur 2.10 Skematiese voorstelling van *metakognisie* ... 74

Figuur 2.11 Diagrammatiese voorstelling van *metakognisie* ... 79

Figuur 2.12 Faktore wat die leerproses (komprehensief en kompleks) beïnvloed ... 81

Figuur 2.13 Die verloop van die bespreking van affektiewe faktore in die onderrig van en leer in Wiskunde ... 82

Figuur 2.14 Skematiese voorstelling van *houding teenoor Wiskunde* ... 84

Figuur 2.15 *Wiskunde-angs*siklus en die gevolge daarvan ... 87

Figuur 3.1 Scree-plot diagram (knakgrafiek) met eiewaardes van tweede-ordefaktoranalise . 135

Figuur 4.1 Persentasie respondente per taalgroep ... 180

Figuur 4.2 Frekwensie van respondente per graad ... 181

Figuur 4.3 Totale aantal Afrikaans-, Engels- en Tswanasprekende kinders (5-14 jaar oud) in Noordwes tydens die 2001-sensusopname. ... 180

Figuur 4.4 Diagrammatiese voorstelling van die faktoranaliseproses in hierdie studie ... 194

Figuur 4.5 Bevestigende faktoranalisemodel vir die SOW(P) se faktore ... 213

Figuur 4.6 Normaalwaarskynlikheidstip van genormaliseerde residu ... 217

Figuur 4.7 Persentasie respondente wat elke item in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) korrek beantwoord het ... 218

Figuur 4.8 Persentasie respondente in hoë en lae groep presteerders in BW(P) wat vrae korrek beantwoord het ... 220

Figuur 4.9 Persentasie respondente wat elke item in die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) korrek beantwoord het ... 233

Figuur 4.10 Persentasie respondente in hoë en lae groep presteerders in WW(P) wat vrae korrek beantwoord het ... 234

Figuur 4.11 Skematiese voorstelling van verskille tussen Tswana-, Engels- en Afrikaanssprekendes ... 248

LYS VAN AFKORTINGS

DvO.....	Departement van onderwys
BW(P)	Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)
NKV.....	Nasionale Kurrikulumverklaring
SA	Suid-Afrika
SOW(P) .	Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr)
WW(P) ...	Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)
DoE.....	Department of Education
SEM	Structural equation modeling

HOOFSTUK 1

Oriëntering

Aanpassing van die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir gebruik by intermediêre fase leerders

HOOFSTUK 1

ORIëNTERING

1.1

Agtergrond en oriëntasie

1.1.1

Internasionale navorsing oor die verband tussen studie-oriëntasie in Wiskunde en Wiskundeprestasie

1.1.2

Nasionaal: hersiening van beleidsdokumente en implementering van uitkomsgerigte onderwys

1.2

Motivering en probleemstelling

1.3

Moontlike bydrae van die onderhawige studie

1.4

Beknopte oorsig van literatuur: leer van en prestasie in Wiskunde

1.5

Gepubliseerde vraelyste en die tekortkominge daarvan

1.6

Konseptuele agtergrond en relevansie van die studie

1.7

Navorsingsdoelwitte

1.8

Etiese oorwegings

1.9

Begripsverklaring

1.10

Hoofstukindeling

HOOFSTUK 2

LITERATUURSTUDIE

2.1 Leerteorieë

2.2 Wiskunde

2.3 Studie-oriëntasie in Wiskunde

2.4 Kognitiewe en metakognitiewe faktore

2.5 Affektiewe faktore

2.6 Die rol van konatiewe faktore ten opsigte van studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde

2.7 Kruiskulturele faktore, Wiskunde-prestasie en die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde: 'n Kort oorsig

2.8 Samevatting

HOOFSTUK 3

NAVORSINGSONTWERP

3.1 Inleidende oriëntering

3.2 Aannames van die navorser

3.3 Empiriese ondersoek

3.4 Die uitbouings- en ontginningsfase

3.5 Implementeringsfase

3.6 Data-ontleding- en geldigheidsbepalingfase

3.7 Etiese oorwegings

3.8 Parameters van die studie

3.9 Voorsiene probleme

3.10 Beperkinge van hierdie studie

3.11 Samevatting

HOOFSTUK 4

RESULTATE EN INTERPRETASIE

4.1 Inleidende oriëntering

4.2 Biografiese inligting

4.3 Rasionaal vir die bepaling van gewigte om geweegde beramings vir die populasie mee te bereken

4.4 Bepaling van die die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) se konstrukgeldigheid

4.5 Basiese Wiskundevraelys (Primêr).

4.6 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P)

4.7 Opsomming van beskrywende statistiek resultate

4.8 Voorspellingsgeldigheid van SOW(P), WW(P) en BW(P)

4.9 Samevatting

HOOFSTUK 5

SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

5.1 Inleiding

5.2 Die behoefte aan voorligting in verband met leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde

5.3 Bevindings en implikasies van hierdie ondersoek

5.4 Aanbevelings

5.5 Samevattend

HOOFSTUK 1 ORIëNTERING

1.1 Agtergrond en oriëntasie	1.1.1 Internasionale navorsing oor die verband tussen studie-oriëntasie in Wiskunde en wiskundeprestasie
	1.1.1 Resultate van die TIMSS-studie
	1.1.2 Internasionale navorsing: faktore wat leer beïnvloed
1.2 Nasionaal: hersiening van beleidsdokumente en implementering van uitkomsgerigte onderwys	1.2.1 Beleidsdokumente
	1.2.2 Uitkomsgerigte onderwys
1.3 Motivering en probleemstelling	1.3.1 Motivering vir die aanpassing van die SOW vir Graad 4 tot 7-leerders
	1.3.2 Navorsingsprobleem
1.4 Moontlike bydrae van die onderhawige studie	
1.5 Beknopte oorsig van literatuur: leer van en prestasie in Wiskunde	1.5.1 Inklusiewe Onderwys
	1.5.2 Faktore wat leer beïnvloed
1.6 Gepubliseerde vraelyste en die tekortkominge daarvan	
	1.7.1 Sosiaal-konstruktiwistiese teorie
1.7 Konseptuele agtergrond en relevansie van die studie	1.7.2 Probleemoplossing/ gesentreerde/gebaseerde benadering tot die onderrig en leer van Wiskunde
1.8 Navorsingsdoelwitte	
1.9 Etiese oorwegings	
	1.10.1 Intermediêre fase
1.10 Begripsverklaring	1.10.2 Wiskunde
	1.10.3 Wiskundeprobleem, -oplosser en -oplossing
	1.10.4 Sttudiehouding
	1.10.5 Wiskunde-angs
	1.10.6 Studiegewoontes
	1.10.7 Probleemoplossingsgedrag
	1.10.8 Studie-milieu
	1.10.9 Studie-oriëntasie
	1.10.10 Basiese Wiskundevraelys
	1.10.11 Wiskunde-woordeskatvraelys
1.11 Hoofstukindeling	

HOOFSTUK 1

Oriëntasie

1.1 Agtergrond en oriëntasie

1.1.1 Internasionale navorsing: die verband tussen studie-oriëntasie in Wiskunde en Wiskunde-prestasie

1.1.1.1 Resultate van die TIMSS-studie

Onderprestasie in Wiskunde kom nie net in Suid-Afrika nie, maar ook internasionaal voor (Maree, Pretorius & Eiselen, 2003). Volgens die jongste TIMSS-resultate het die gemiddelde telling van Suid-Afrika se graad 8-leerders se gemiddelde telling in die *Trends in Mathematics and Science Study* (2003a), aan hulle die laagste plek op die ranglys van die 46 deelnemende lande besorg (TIMSS, 2003).

1.1.1.2 Internasionale navorsing: faktore wat leer beïnvloed

Gedurende die afgelope 15 jaar het die navorsingsfokus in Wiskunde (meer spesifiek: die fokus op moontlike wyses waarop Wiskunde bemeester kan word) onder meer verskuif na die invloed van sosiale, kognitiewe, konatiewe en affektiewe fasette op prestasie in Wiskunde (Martinez, 1997; Pierce, Stacey & Barkatsas, 2005). 'n Leerder wat bewus is van sy/haar eie leerproses en in 'n mate verstaan hoe hy/sy kognitiewe en metakognitiewe strategieë en vaardighede bestuur (Brown, 1987), bestuur ook sy/haar eie sosiale, konatiewe en affektiewe prosesse om te help om verandering te inisieer, kennisverwante doelwitte te bereik, probleme op te los en sy/haar eie vordering te monitor (Martinez, 1997). Snow en Farr (1987:1) sê dat *leer* verstaan kan word deur *a whole person view that integrates cognitive, conative, and affective aspects.*

Kurrikula is internasionaal en nasionaal hersien en aangepas in 'n poging om die ontoereikende Wiskunde-prestasie te verbeter. Probleemoplossing word internasionaal as die kerndoelwit van die onderrig en leer van skoolwiskunde gesien en dit word soms ook beskou as 'n doeltreffende wyse waarop Wiskunde aangebied kan word (TIMSS, 2003b).

1.1.2 Nasionaal: hersiening van beleidsdokumente en implementering van uitkomsgerigte onderwys

1.1.2.1 Beleidsdokumente

Die *White Paper on Education and Training* (Department of Education, 1995) het 'n raamwerk vir die nuwe onderwysstelsel in Suid-Afrika voorsien wat vir die eerste keer die belangrikheid van Wiskunde as skoolvak vir alle leerders beklemtoon. In die Nasionale Kurrikulumverklaring (NKV) graadR-9 (Skole) (Departement van Onderwys, 2002) vir die leerarea Wiskunde maak probleemoplossing, beredenering, kommunikasie en kritiese denke deel uit van die kritieke uitkomste en hierdie uitkomste word as 'n unieke kenmerk van die leerarea Wiskunde beskryf. Die NKV (Departement van Onderwys, 2002) stel verder dat die onderrig en leer van Wiskunde die ontwikkeling van leerders se (i) selfvertroue, (ii) bevoegdheid om enige Wiskunde probleem op te los sonder om *Wiskunde-angs* te ervaar, (iii) weetgierigheid en (iv) liefde vir Wiskunde behoort te bevorder, en (v) seker te maak dat wiskundige ervarings aan leerders plesier verskaf.

Die raamwerk vir die nuwe onderwys en opleiding in Suid-Afrika wat uitkomsgerigte onderwys beklemtoon en wat probleemoplossing en affek implisiet insluit, word vervolgens kortliks bespreek.

1.1.2.2 Uitkomsgerigte onderwys

Uitkomsgerigte onderwys is kennelik 'n belangrike aspek van Kurrikulum 2005 en klaarblyklik gerig op die aktivering van die intellek van leerders om optimaal te presteer en om toegerus te word vir lewenslange leer (Department of Education, 1995). Hierdie onderwys- en opleidingstelsel gaan van die standpunt uit dat alle leerders die vermoë het om te slaag en dit fokus op die verwerwing van kennis, vaardighede, waardes en gesindhede – anders as die tradisionele stelsel wat by uitstek op inhoudbemeestering gegrond was.

Ek fokus vervolgens op die motivering en probleemstelling vir die onderhawige studie.

1.2 Motivering en probleemstelling

1.2.1 Motivering vir die aanpassing van die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir graad 4- tot 7-leerders

> *Navorsers het boonop bewys dat Wiskunde-prestasie op skool een van die beste voorspellers van sukses op tersiêre vlak is en dat daar 'n statisties betekenisvolle verband bestaan tussen aspekte van studie-oriëntasie in Wiskunde (insluitende studiegewoontes, Wiskunde-angs, houding jeens Wiskunde, effektiewe*

tydsbestuur, ouerverwagting asook leerders se sosiale en ervaringswêreld in Wiskunde) en Wiskunde-prestasie (Maree, 2006:i).

Maree (1997a) kom tot die gevolgtrekking dat dit 'n oorvereenvoudigde siening van prestasie is om leerders se prestasie in Wiskunde slegs in verband te bring met slegs hul kognitiewe potensiaal. Maree (1997a) noem ander faktore wat prestasie beïnvloed, soos byvoorbeeld bekwaamheid, belangstelling, leerders se agtergrond, kultuur en die gehalte van onderrig. Leerders se emosies, gewoontes en houdings in Wiskunde, die manier waarop hulle hul Wiskunde-onderwyser en die onderrig van die vak beleef/ervaar, klaskameratmosfeer en huislike omstandighede speel 'n beduidende rol in leerders se uiteindelike prestasie in Wiskunde (Maree, 1997a).

Die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde of die SOW, is ontwerp om die studie-oriëntasie in Wiskunde van Suid-Afrikaanse leerders in sekondêre skole te assesseer. Daar is egter nie 'n soortgelyke vraelys waarmee graad 4- tot 7-leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde geassesseer kan word nie. (Daar is wel verskeie vraelyste wat byvoorbeeld eensydig fokus op leerders se houding[1] teenoor Wiskunde en/of die leer van Wiskunde met behulp van tegnologie).

Die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) kan leerders, onderwysers en voorligters bekend stel aan sekere basiese beginsels van effektiewe leer van Wiskunde en hul aandag vestig op die belangrike rol van die omgewing, omstandighede en agtergrond waarin Wiskunde geleer en sukses daarin behaal word.

Tydens die onderhawige studie sal die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (SOW) (Maree, Prinsloo & Claassen, 1997a) aangepas word vir gebruik deur leerders op graad 4- tot 7-vlak. Dié aanpassing sal byvoorbeeld vereis dat die tyd wat dit neem om die vraelys in te vul, verminder word (deur die aantal items te verminder), dat die relatief hoë eise wat aan leerders se geletterdheidsvlakke gestel word, getemper word (deur onder meer die taalgebruik te vereenvoudig) en dat die aantal velde verminder word (die veld Inligtingverwerking sal byvoorbeeld weggelaat word). Hoewel die aangepaste vraelys wat in die vooruitsig gestel word ooreenkomste sal toon met ander gepubliseerde vraelyste, wat idees en items betref, sal die stellings wat in die SOW (Maree *et al.,* 1997a) voorkom, as vertrekpunt by die ontwerp van die SOW(P) gebruik word.

[1] Kyk: 1.5 vir voorbeelde van gepubliseerde vraelyste.

Indien graad 4- tot 7-leerders se Wiskunde-prestasie en wiskundige taalvaardigheid[2] met hul studie-oriëntasie in Wiskunde vergelyk kan word, bestaan die moontlikheid dat ontoereikende studie-oriëntasie in 'n vroeë stadium van leerders se skoolloopbaan gediagnoseer en geremedieer kan word, sodat leerders moontlik beter kan presteer. Hierdie studie sal poog om 'n eenvoudige, maar volledige studie-oriëntasie-instrument (SOW(P)) te voorsien. Dié instrument sal dan ingeskakel[3] kan word om te ondersoek of verbande tussen bogenoemde veranderlikes en Wiskunde-prestasie in die praktyk bewys kan word.

1.2.2 Navorsingsprobleem

> *Dit is 'n redelike algemene verskynsel dat leerders met 'n oënskynlik hoë verstandelike vermoë of aanleg vir Wiskunde soms onderpresteer in die vak. Hierteenoor presteer enkele leerders met 'n oënskynlike lae algemene verstandelike vermoë of aanleg vir Wiskunde soms goed in die vak. Die vraag is dus: Waarom vermy leerders Wiskunde of onderpresteer hulle in die vak?* (Maree, 2006:i).

Verbetering van Wiskunde-prestasie kan moontlik gefasiliteer word deur op leerders se ontoereikende studie-oriëntasie te fokus en hul studie-oriëntasie te probeer verbeter (Maree, 1997a; Maree *et al.*, 2003).

Vir die voorgenoemde doel word 'n studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir graad 4- tot 7-leerders benodig om diagnostiese inligting oor leerders se sterk- en swakpunte ten aansien van die kognitiewe, die affektiewe, die konatiewe en die linguistiese aspekte te bekom.

Die primêre probleemstelling wat in hierdie studie ondersoek sal word, is dus die volgende: Kan die SOW aangepas en gestandaardiseer word ten einde 'n vraelys (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) daar te stel waarmee die studie-oriëntasie in Wiskunde van verskillende kategorieë leerders in graad 4 tot graad 7 in Noordwes, vasgestel kan word?

Enkele sekondêre probleemstellings wat uit die primêre probleemstelling voortvloei, is die volgende:

---

[2] Die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskat-vraelys (Primêr) is aanvullend tot die SOW(P) ontwerp, om die SOW(P) se kriteriumgeldigheid te kan bepaal.

[3] Die meer kontemporêre term in sielkunde "inskakel" (van vraelyste en toetse) word verkies bó die term "afneem". Lesers sou sekerlik ook, na gelang van persoonlike voorkeur, telkens (toets of vraelys) "afneem" kon lees.

- Kan 'n basiese Wiskunde-woordeskatvraelys (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) tegelykertyd ontwerp word aan die hand waarvan hierdie leerders se Wiskunde-woordeskat geassesseer kan word?;
- Kan 'n basiese wiskundige kennisvraelys (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) tegelykertyd ontwerp word aan die hand waarvan hierdie leerders se wiskundige kennis geassesseer kan word?;
- Hoe sien 'n vergelyking tussen die prestasie van die onderskeie taal-, geslag- en graadgroepe in bogenoemde vraelyste daar uit?
- In welke mate voorspel 'n kombinasie van prestasie in hierdie vraelyste prestasie in Wiskunde?

1.3 Moontlike bydrae van die onderhawige studie

Met hierdie studie word gehoop om:

(1) 'n bydrae tot plaaslike en internasionale literatuur wat betrekking het op studie-oriëntasie in Wiskunde, Wiskunde-prestasie en Wiskunde-taalvaardigheid vir die intermediêre fase te lewer;

(2) die grense van teorie, navorsing, praktyk en aannames wat betrekking het op studie-oriëntasie in Wiskunde, uit te daag;

(3) kennis te genereer wat nuttig kan wees vir ander dissiplines waar studie-oriëntasie ook 'n vername rol speel;

(4) leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde, hul Wiskunde-prestasie en Wiskunde-taalvaardigheid in die intermediêre fase te identifiseer, te beskryf en te analiseer; ten einde riglyne te ontwerp aan die hand waarvan onderwysers leerders kan help om hul Wiskunde-prestasie in die intermediêre fase te verbeter;

(5) die impak van studie-oriëntasie in Wiskunde, wiskundige taalvaardigheid, asook basiese wiskundige vaardigheid op Wiskunde-prestasie in die intermediêre fase na te spoor; en

(6) vraelyste daar te stel vir die vakgebied Wiskunde (Intermediêre fase) wat 'n ondersoek na moontlike verskille tussen taal-, geslag-en graadgroepe kan fasiliteer (fokusarea).

1.4 Beknopte oorsig van literatuur: leer van en prestasie in Wiskunde

1.4.1 Inklusiewe onderwys

Met die totstandkoming van die nuwe Suid-Afrikaanse politieke bedeling (1994), het 'n redelik radikale paradigmaverskuiwing in Suid-Afrikaanse onderwys plaasgevind. Tans word daar klem gelê op onderwys binne die breër raamwerk van "inklusiewe onderwys" (IO) (Department of Education, 2001) wat impliseer dat meer verantwoordelikhede aan opvoeders opgedra word in 'n leeromgewing wat meer gekompliseerd geraak het. Een van die doelstellings van die skoolpraktyk is om in leerders se behoeftes te voorsien deur 'n leeromgewing te skep waarin die kurrikulum vir alle leerders toeganklik gemaak word en wat elkeen toelaat om sy/haar potensiaal te bereik (Department of Education, 2001). Om hierdie doelstelling te bereik, is dit die skool se verantwoordelikheid om leer- en ontwikkelingshindernisse te voorkom, te hanteer (indien dit voorkom) of om daarvoor te kompenseer.

1.4.2 Faktore wat leer beïnvloed

Verskeie navorsingstudies ondersteun die siening dat affek besluitneming en prestasie beïnvloed, byvoorbeeld dat positiewe houdings en oortuigings reflekteer op verhoogde insette en deursettingsvermoë (Damasio, 1994; Goleman, 1995; McLeod, 1992; Picard, 1997).

Lerman (2000) se siening sluit hierby aan:

> *I start from the point of view that people are products of the multiple cultural and social situations in which we are born, grow up and develop. These include gender, ethnicity, class, sexual identity, religion, and local community, etc.*

As die sosiale omstandighede die leerproses ondersteun of teëwerk, behoort affek sosiale kognisie ('n konstruktivistiese konsep) te bevorder of teë te werk (Lerman, 2000). Die interaksie van psigologiese faktore betrokke by leer is kompleks, maar kan immers nooit in isolasie beskou word nie.

1.4.2.1 Doelwitte en behoeftes

Psigologiese behoeftes motiveer leerverwante gedrag (soos die behoefte aan outonomiteit, bevoegdheid en om sosiaal te behoort) (Hannula, 2005). Uit hierdie behoeftes kan leerders bemeesterings-, prestasie-, ego-verdedigings- en sosiale **doelwitte** vir leer aflei (Hannula, 2005).

Hierdie keuses van doelwitte mag beïnvloed word deur oortuigings rakende die ontoeganklikheid van sekere doelwitte en die invloed van geoutomatiseerde reaksies (Hannula, 2004). So kan positiewe emosies ontlok word deur die bereiking van die doelwit om 'n probleem suksesvol op te los en hindernisse om die doelwitte te bereik, kan frustrasie, woede of angs ontlok (Hannula, 2005). Bepaalde ervarings kan die indruk laat dat daar 'n verband is tussen 'n spesifieke stimulus en emosies, byvoorbeeld'n woordprobleem kan vrees ontlok nog voordat die leerder die probleem gelees het.

1.4.2.2 Sosiale omgewing

Elke kind het die behoefte om soos ander kinders te wees – hulle wil behoort en inpas (Levine & Moreland, 1995). Die rol van die **sosiale omgewing of konteks** kan nooit geringgeskat word nie, ook nie in die klaskamer nie. Sodanige faktore is byvoorbeeld verskillende agtergronde en gemeenskappe, gesinstrukture, sosio-ekonomiese status, verskillende moedertaalsprekendes, ouers met verskillende of geen opvoeding of kwalifikasies en die gesindhede van ouers teenoor opvoeding, kulturele en intellektuele aktiwiteite. Verder dra die sosiale atmosfeer in die klas en by die skool ook tot hierdie komplekse werklikheid by.

1.4.2.3 Probleemoplossing en oortuigings

Schoenfeld (1983a) het aangetoon dat **probleemoplossingsgedrag nie as suiwer kognitief** van aard beskou kan word nie, aangesien die leerder oortuigings het rakende dit wat vir hom/haar waardevol (nuttig) is om Wiskunde te leer. Dit beïnvloed weer die kognitiewe gedrag wat tydens die leerproses geïmplementeer word. Verskeie studies het aangetoon hoe epistemologiese oortuigings rakende die aard van Wiskunde, en die leer van Wiskunde en probleemoplossing bepaal hoe leerders 'n probleem sal benader en watter tegnieke en kognitiewe strategieë geïmplementeer sal word (Lester, Garofalo & Kroll, 1989). Die invloed van leerders se oortuigings rakende hul waardes en/of verwagtings vir die leer van Wiskunde en probleemoplossing op prestasie is bevestig (Kloosterman, 1996). Leerders se oortuigings rakende die onderrig en die praktyke wat hul klaskamerkonteks beskryf of karakteriseer, beïnvloed die akademiese gedrag van leerders en dit kan help om leerders se motivering en emosionele reaksies te verklaar (Seegers & Boekaerts, 1993).

1.4.2.4 Moontlike redes vir ontoereikende Wiskunde-prestasie

Dit blyk dus dat meer as bloot die hersiening van die Wiskundekurrikulum en verandering in onderrigmetodes vereis word om die probleem van ontoereikende prestasie in Wiskunde op te los. Volgens Lim (2004) verg die oplossing van die probleem van ontoereikende Wiskunde-prestasie byvoorbeeld dat onderwysers Wiskunde vanuit 'n meer konstruktivistiese perspektief onderrig, terwyl die emosionele behoeftes van die leerders, wat hul leer en selfontwikkeling beperk, ook aandag behoort te geniet.

Verschaffel, De Corte, Lasure, Van Vaerenbergh, Bogaerts en Ratynkx (1999) stel dit dat intermediêre tot seniorfaseleerders dikwels nie 'n effektiewe en suksesvolle benadering tot probleemoplossing bemeester nie, omdat

(1) hul domeinspesifieke kennis en vaardighede onvolledig is (De Corte, Verschaffel & Greer, 1996);

(2) dit by hulle ontbreek aan bepaalde heuristiese en metakognitiewe vaardighede, asook omdat hul affektiewe onderbou nie volledig ontwikkel is nie (De Corte, Verschaffel & Greer, 1996; Schoenfeld, 1985; 1992); en

(3) hulle ontoereikende domein-verwante oortuigings koester ten opsigte van en houdings teenoor die leer en onderrig van Wiskunde, asook die oplossing van probleme in Wiskunde (De Corte, Verschaffel & Greer, 1996; Lester, Garofalo & Kroll, 1989, McLeod, 1992).

1.5 Gepubliseerde vraelyste en die tekortkomings daarvan

Leerders se 'houdings' teenoor veral Wiskunde, een aspek van studie-oriëntasie, is al op verskeie maniere ondersoek. Data is versamel deur die inskakeling van individuele onderhoude, fokusgroeponderhoude, die byhou van joernale en waarneming (Pierce *et al.*, 2005). Vraelyste is en bly egter die standaardmetode om leerders se houdings te assesseer. Vervolgens word enkele van die gepubliseerde vraelyste gelys en kortliks bespreek.

Daar is verskeie vraelyste in die literatuur wat veral die verband tussen leerders se houding teenoor Wiskunde en hul Wiskunde-prestasie ondersoek.

Tabel 1.1 Beskrywing van enkele van die gepubliseerde vraelyste en tekortkomings om die studie-oriëntasie in Wiskunde van graad 4- tot 7-leerders mee te assesseer

Outeur(s)	Naam van vraelys	Beskrywing van items	Teikengroep	Tekortkomings
Pierce, Stacey & Barkatsas (2005)	*A scale for monitoring students' attitudes to learning maths with technology (MTAS)*	Vyf veranderlikes relevant vir leer van Wiskunde met behulp van tegnologie	Leerders in die senior fase	Bewoording is te kompleks vir graad 4- tot 7-leerders Eensydige fokus op houding teenoor Wiskunde en tegnologie-gebruik
Chapman (2003)	*How I feel about Maths (HIFAM)*	10 stellings wat fokus op die affektiewe verbintenis van leerders met Wiskunde	Leerders in die grondslagfase en die intermediêre fase	Te onvolledig om studie-oriëntasie mee te assesseer
Vale & Leder (2004)	Verband tussen geslag en houding teenoor die gebruik van rekenaars om Wiskunde te leer	15 stellings wat fokus op die verband tussen geslag en houding by die gebruik van rekenaars om Wiskunde te leer	Leerders in die intermediêre fase en die senior fase	Slegs geslag en houding teenoor Wiskunde ingesluit in vraelys

Tabel 1.1 (vervolg) Beskrywing van enkele van die gepubliseerde vraelyste en tekortkomings om die studie-oriëntasie in Wiskunde van graad 4- tot 7-leerders mee te assesseer

Outeur(s)	Naam van vraelys	Beskrywing van items	Teikengroep	Tekortkomings
Nyberg en Clarke (1979)	*School Subjects Attitudes Scale (SSAS)*	24 stellings wat bestaan uit byvoeglike naamwoorde wat elkeen 'n dimensie van houding verteenwoordig, byvoorbeeld		Te kompleks vir jong leerders om betekenis van byvoeglike naamwoorde te interpreteer
TIMSS (2003b en c)	*Student Contextual Framework*	Stellings met verskeie onderafdelings wat huislike agtergrond, houdings en vorige ervarings bespreek	Leerders in graad 4	Te veel stellings Te onvolledig om studie-oriëntasie te assesseer
Maree, *et al.* (1997a)	Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (SOW)	76 stellings wat studiemilieu, studiehouding, studiegewoontes, *Wiskunde-angs*, inligtingverwerking en probleemoplossingsgedrag bespreek	Leerders in die senior fase en die verdere onderwys en opleiding fase	Stellings en taal te kompleks Bewustheid van eie inligtingverwerking nie moontlik by alle graad 4- tot 7-leerders nie Volledig om studie-oriëntasie mee te assesseer

Die genoemde vraelyste het myns insiens te veel stellings (tydsduur om dit te voltooi, is te lank) óf is te kompleks (taal, te veel inhoud per stelling) óf is verouderd (betekenis van sekere woorde) vir graad 4- tot 7-leerders, óf fokus eensydig op 'n enkele aspek (naamlik houding teenoor Wiskunde en/of tegnologie) van studie-oriëntasie.

1.6 Konseptuele agtergrond en relevansie van die studie

1.6.1 Sosiaal-konstruktivistiese teorie

Hierdie studie word benader uit die **sosiaal-konstruktivistiese** teorie wat leerdergerig is. Dit beklemtoon die leerder se individuele siening van die werklikheid en hoe hy/sy die werklikheid op idiosinkratiese wyse interpreteer (Schoenfeld, 1992). Leerders is **aktief betrokke** deur manipulasie van materiaal of sosiale interaksie, en dié optrede sluit die volgende in: waarneming, versameling van data, generering of toets van hipoteses en saamwerk met ander leerders (Schunk, 2000). Die leerder bring opgehoopte aannames, motiewe, intensies, en vorige kennis na elke onderrig- of leersituasie wat die gang en kwaliteit van die leer wat mag plaasvind, beïnvloed (Biggs, 1996).

Sosiaal-konstruktivistiese teoretici beklemtoon die **interaksie** tussen mense en situasies in die verkryging en verfyning van vaardighede en kennis. **Koöperatiewe** leer sluit sterk aan by hierdie sienings rakende Wiskunde-leer en dit fokus op die **uitbreiding** van en die lê van verbande tussen bestaande en nuwe kennis en tussen onthou en verstaan (Wittrock, 1986). **Interaksie** tussen leerders in die Wiskunde-klas bevorder die verduideliking van strategieë en fasiliteer die verbalisering van wiskundige begrippe (die taal van Wiskunde). Wanneer leerders die **taal** van Wiskunde hul eie maak, word die uitvoer van ingewikkelde kognitiewe aktiwiteite (Schoenfeld, 1985) vergemaklik.

1.6.2 Benadering tot die onderrig en leer van Wiskunde wat gerig is op probleemoplossing

Die klem in Wiskunde-onderrig het veral in die laat tagtigerjare van die vorige eeu verskuif van die fasilitering van probleemoplossing na die fasilitering van leer deur middel van probleemoplossing (Lester, Masingila, Mau, Lambdin, Dos Santon & Raymond, 1994). Wiskundige leerarea-inhoude word volgens hierdie benadering in probleemoplossingskontekste en ondersoekgerigteomgewings bemeester, waartydens opvoeders leerders begelei om Wiskunde toereikender (*deeper*) te verstaan deurdat hulle probleemoplossingsbenaderend betrokke raak by die doen van Wiskunde (soos afleidings maak, ontdekking, toetsing en verifiëring) (Lester *et al.*, 1994).

Cockcroft (1982), by uitstek 'n voorstander van die probleemoplossingsbenadering, wys daarop dat wiskundige denke 'n hulpbron is wat in die daaglikse lewe en in onbekende situasies toegepas behoort te word. Wanneer Wiskunde-onderrig en -leer dus probleemoplossingsbenaderend voltrek word, word kontekste geskep waarin die werklike lewe gesimuleer/nageboots word waarin die doen van Wiskunde dieper betekenis verkry (NCTM, 1980) en waartydens leerders vaardighede en kennis verwerf wat hulle in die woon- en werkplek kan toepas en met behulp waarvan leerders self beter kan aanpas by veranderende omstandighede (Resnick, 1987). Die verwerwing van logiese denke is 'n natuurlike uitvloeisel van probleemoplossingsleer. In plaas daarvan dat 'n stel reëls geïmplementeer word om die korrekte antwoord te kry, word in Wiskunde-klasse gefokus op die ontwikkeling van leerders se logiese denkprosesse en die konstruksie van hul eie idees van Wiskunde (NCTM, 1989). Die probleemoplossingsbenadering (POB) word beskou as die oorkoepelende term vir ander benaderings.

Een van die primêre uitgangspunte van die SOW (en by verstek van die SOW(P)) is 'n probleemgerigte benadering tot die onderrig en leer van Wiskunde wat die optimering van probleemoplossingsgedrag ten doel het. Probleemoplossing is eerstens 'n manier van dink, van situasies analiseer, van die gebruik van vaardighede om uit te redeneer wat nie deur die memorisering van spesifieke feite aangeleer kan word nie, maar deur sigself in die probleemoplossingsproses te verdiep en bestaande ervarings sowel as bestaande kennis toe te pas op die probleem wat opgelos moet word (Schoenfeld, 1985; 1992).

1.7 Navorsingsdoelwitte

Die primêre doelwit van hierdie studie is om die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (SOW) (hoërskoolleerders) (Maree, *et al.*, 1997a) aan te pas en te standaardiseer vir graad 4- tot 7-leerders (Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr), SOW(P)).

Die subdoelwitte van die studie is:

1. die aanpassing en standaardisering[5] van die SOW vir graad 4- tot 7-leerders;
2. die ontwerp van sowel 'n basiese Wiskunde-vraelys (om leerders se kognitiewe vaardigheid en kennis (prestasie in Wiskunde) mee te assesseer as die ontwerp van 'n Wiskunde-woordeskatvraelys (om mee te bepaal of leerders oor 'n toereikende basiese woordeskat in Wiskunde beskik); en
3. die fasilitering van betroubaarheid en geldigheid van die drie vraelyste.

Die dataverwerkingsprosedures sal betrekking hê op veral twee doelwitte van die studie naamlik:

(a) die standaardisering van die SOW(P) en

(b) vergelykende studies (wat gegrond is op die data wat bekom is na aanleiding van die inskakeling van die drie vraelyste waarna in (1), (2) en (3) hierbo verwys is, as loodsstudie(s) (bv. tussen moedertaalsprekendes – Afrikaans, Engels, en Tswana; tussen graad- en geslaggroepe, asook tussen prestasie in die SOW(P) en die ander twee vraelyste waarna verwys word).

Die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) is 'n instrument waarmee verskillende kategorieë van wiskundige gedrag van leerders gemeet kan word (Schoenfeld, 1985), insluitende hul:

- studiehouding
- studiegewoontes
- Wiskunde-angs
- studiemilieu en

---

[5] Met die terme "aanpassing en standaardisering" word bedoel (a) die aanbring van toepaslike *veranderings* ten einde die vraelys toepaslik te maak vir graad 4-7-leerders; en (b) standaardisering van die vraelys (kyk: 5.4.1).

- probleemoplossingsgedrag. (Maree, 1997).

Inligting wat bekom is deur die inskakeling van die SOW(P), die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) behoort van bepaalde diagnostiese waarde te wees en behoort dus aangewend te kan word as 'n besprekingsdokument aan die hand waarvan onderwysers en voorligters "beste praktyk" in hul Wiskunde-klasse kan fasiliteer.

1.8 Etiese oorwegings

Toestemming en raadpleging om die navorsing uit te voer, sal van die volgende instansies en persone versoek word:

(i) Die onderwysdepartement van Noordwes

(ii) Die uitvoerende streekbestuurder van die suidelike streek van Noordwes (*Executive Regional Manager: Southern Region*)

(iii) Skoolhoofde

(iv) Ouers

(v) Leerders

(vi) NWU Fakulteit Opvoedingswetenskappe (Potchefstroomkampus) Etiekkomitee en

(vii) NWU (Potchefstroomkampus) Etiekkomitee.

1.9 Begripsverklaring

Ten einde die titel te verklaar, is dit nodig om die volgende begrippe te verduidelik:

Tabel 1.2 Verduideliking van die woord *aanpassing*

Woord	Betekenis
Aanpas (Odendal, Schoonees, Swanepoel, Du Toit & Booysen, 1985)	Verander; skik na
Accommodate (*Answers.com*)	*To make fit for, or change to suit a new purpose*

In hierdie studie word beplan om die SOW (Maree *et al.*, 1997a), wat vir hoërskoolleerders ontwikkel is, aan te pas *(change to fit a new purpose)* sodat die stellings in die vraelys met graad 4- tot 7-leerders se ontwikkelingsvlak en hul leesvermoë ooreenkom. Die aanpassing van die SOW kom onder meer neer op die vermindering van die aantal stellings en op die vereenvoudiging van die stellings sodat die stellings duidelik en kort (bondig) gestel word om die lading te beperk van dit wat van die leerders verwag word om te lees, te interpreteer en op te reageer (TIMSS, 2003c).

1.9.1 Intermediêre fase

Volgens die Nasionale Hersiene Kurrikulum-verklaring (Departement van Onderwys, 2002) is die intermediêre fase die tweede fase van die verpligte Algemene Onderwys- en Opleidingsbaan (graad 4, 5 en 6).

1.9.2 Wiskunde

Vir die doel van hierdie voorlegging word volstaan met die volgende definisie van die Departement van Onderwys (2002:4). Die Hersiene Nasionale Kurrikulum-verklaring definieer Wiskunde as

> *'n menslike aktiwiteit wat die volgende behels: waarneming, voorstelling en ondersoek van patrone en kwantitatiewe eienskappe in fisiese en sosiale verskynsels, asook tussen wiskundige voorwerpe self. Deur hierdie proses word nuwe wiskundige idees en insigte ontwikkel.*

Wiskunde gebruik 'n eie gespesialiseerde taal wat simbole en notasies behels om numeriese, meetkundige en grafiese verwantskappe te beskryf. Wiskundige idees en begrippe bou op mekaar om 'n samehangende struktuur te vorm.

Wiskunde is 'n produk van ondersoek deur verskillende kulture – 'n doelgerigte aktiwiteit in die konteks van sosiale, politieke en ekonomiese doelstellings en beperkings.

Verskillende definisies sal in Hoofstuk Twee bespreek word.

1.9.3 Wiskunde-probleem, -probleemoplosser en -probleemoplossing

Vir die doel van hierdie studie word slegs roetineprobleme ingesluit. Roetine-probleme kom ooreen met die tipiese klaskamer-/handboekprobleme waarmee leerders vertroud is. Van leerders word verwag om die korrek geleerde feitekennis, vaardighede, konsepte en prosedures uit te kies en dit dan toe te pas (TIMSS, 2003c). Hierteenoor is dit waarskynlik dat leerders nie bekend sal wees met nie-roetineprobleme nie. Hierdie probleme stel kognitiewe eise om opgelos te word, al is die inhoud en vaardighede wat vereis word, by die leerders bekend. Hierdie probleme kan suiwer wiskundig wees of kan in die daaglikse lewe gesetel wees en dit vereis die interaksie van beredeneringsvaardighede om opgelos te word (TIMSS, 2003c). Alle probleme vereis die oordrag van kennis en vaardighede na nuwe situasies, asook verskeie stappe waartydens die kennis en verstaan uit verskillende areas van Wiskunde benodig word (TIMSS, 2003c). *Probleemoplossing* verwys na menslike pogings om die doelwit te bereik waarvoor hulle nie 'n outomatiese oplossing het nie (Schunk, 2000). 'n Wiskunde-probleem konfronteer die oplosser/leerder met besluitneming ten opsigte van die keuse van die strategie wat gebruik gaan word om die probleem mee op te los (Biryukov, *s.a.*).

Effektiewe Wiskunde-probleemoplossers monitor hul vordering en maak deurentyd aanpassings terwyl 'n probleem opgelos word; hulle maak seker dat hulle die probleem verstaan; en hulle toon vaardighede om alternatiewe strategieë te kies en te toets en die wil te behou om by die oplossing van die probleem betrokke te bly wanneer hulle met struikelblokke en onsekerhede gekonfronteer word (Goos & Galbraith, 1996). Effektiewe wiskundige denke in die oplossing van probleme sluit die volgende in: kognitiewe aktiwiteite, soos om die taak voor te stel en strategieë te gebruik om die oplossing te kry, maar ook metakognitiewe monitering, wat bogenoemde aktiwiteite reguleer en help om te besluit waar kognitiewe bronne gebruik moet word (Goos & Galbraith, 1996).

1.9.4 Studiehouding

Studiehouding word deur Maree (1997a) gedefinieer as leerders se "wiskundige wêreldsiening" oor die self, die aard van Wiskunde en die aard van leer van Wiskunde. Schoenfeld (1985:45) verduidelik dit soos volg:

> *Belief systems are one's mathematical worldview, the perspective with which one approaches mathematics and mathematical tasks. One's beliefs about mathematics can determine how one chooses to approach a problem, which techniques will be used or avoided, how long and how hard one will work on it, and so on. Beliefs establish the context within which resources, heuristics, and control operate.*

De Corte en Op't Eynde (*s.a.)* som leerders se oortuigings wat verband hou met Wiskunde op as implisiete en eksplisiete subjektiewe begrippe wat elke leerder as waar aanvaar rakende (i) Wiskunde-onderrig, (ii) rakende hom-/haarself as wiskundige en (iii) rakende die konteks van die Wiskunde-klas. Hierdie oortuigings bepaal, deur interaksie met mekaar en met leerders se vorige kennis/ervarings, hoe leerders Wiskunde leer en watter probleemoplossingsaktiwiteite hulle in die Wiskunde-klas implementeer.

1.9.5 *Wiskunde-angs*

Wiskunde-angs word deur Maree (1997a) beskryf as paniek, emosionele ontsteltenis, emosionele aanspreeklikheid en selftwyfel terwyl dit waargeneem word deur oormatige sweet, uitvee van korrekte antwoorde en die onvermoë om wiskundige begrippe te formuleer (Maree, Molepo, Owen & Ehlers, 2005). Wiskunde mag uiters gevoelig wees vir die nadelige effekte van angs weens eienskappe soos noukeurigheid, logika en die klem op probleemoplossingsvermoë (Richardson & Woolfolk, 1980). Angs vervul 'n motiveringsrol en kan 'n positiewe effek op prestasie hê (Wigfield & Meece, 1988). Daar word egter ooreengestem dat hoër verstandsprosesse soos probleemoplossing en divergente denke wat deur Wiskunde vereis word, eweneens negatief deur *Wiskunde-angs* beïnvloed kan word (Skemp, 1986; Fairbanks, 1992). Angs kan swak prestasie veroorsaak (Hembree, 1990) of swak prestasie kan angs veroorsaak (Tobias, 1987).

1.9.6 Studiegewoontes

Studiegewoontes word deur Maree (1997) beskryf as tydsbestuur, die vermoë om gefokus te bly en die toepassing van verworwe effektiewe studiemetodes. Leerders se gestelde doelwitte (betrokkenheid by 'n taak ter wille van die taak of die ego) hou verband met akademiese prestasie (Yates, 2000). 'n Leerder met toereikende studiegewoontes in Wiskunde huldig die siening dat sy/haar betrokkenheid by 'n taak sy/haar bekwaamheid, ongeag die prestasievoorwaardes, verbeter (Dweck, 2000). Ames (1992) maak die stelling dat sulke leerders se insette *(effort)* gekenmerk word deur deursettingsvermoë (tyd wat hulle aan take bestee en volharding met moeilike take) en dat hulle meer geneig is om gefokus te wees op die intrinsieke waarde van leer, dat insette *(effort)* tot sukses lei en dat bemeestering intrinsiek aan selfdoeltreffendheid is (Meece & Holt, 1993). Hierdie leerders is aanpasbaar in hul implementering van kognitiewe strategieë (Graham & Golan, 1991). Leerders met ego-gerigte doelwitte is meer geneig om leergedrag soos 'n lae taakbetrokkenheid, minder deursettingsvermoë en hulpelose response te openbaar (Ames & Archer, 1987).

1.9.7 Probleemoplossingsgedrag

Probleemoplossingsgedrag word deur Maree (1997a) verduidelik as kognitiewe en metakognitiewe gedrag wat leerders implementeer. Wanneer 'n leerder betrokke raak by 'n taak waarvoor daar nie 'n voor die hand liggende metode is om dié probleem op te los nie, is hy/sy besig met probleemoplossing. Om 'n oplossing te vind, moet die leerder van sy/haar bestaande kennis gebruik maak en deur dié proses word nuwe wiskundige insigte ontwikkel. Gedrag wat deur probleemoplossing vereis word, sluit onder meer die ontwikkeling van hoërordedenke in omdat beredenering die volgende ontwikkel: leerders se waarnemingsvermoë, hipotesestelling, die kom tot logiese gevolgtrekkings wat gegrond is op spesifieke aannames en reëls en die verdediging van resultate/antwoorde, ontwikkel (TIMSS, 2003e). Deur te leer om Wiskunde-probleme op te los en op hul eie denke te reflekteer, behoort leerders denkwyses te bekom, gewoontes aan te leer om aan te hou en nuuskierig te bly en selfvertroue te ontwikkel om met onbekende situasies om te gaan (NCTM, 2000).

1.9.8 Studie-milieu

'n Swak **studie-milieu** word deur Maree (1997a) gedefinieer as omgewings wat nie stimulerend vir leerders is nie. Dit verwys na aspekte verwant aan die sosiale, fisiese en

beleefde omgewing (Maree & Crafford, 2005). Klaskamerklimaateienskappe soos studie-oriëntasie en die mate waarin leerders as 'n groep die onderrig van Wiskunde as 'n konstruktivistiese ervaring beleef, blyk relevant te wees vir leerders se houding teenoor Wiskunde (Van Damme, Opdenakker & Van den Broeck, 2004). Leerders kom uit verskillende agtergronde met verskillende ervarings. Die sosio-ekonomiese status van die gesin, met ander woorde, die aantal boeke in die huis, die beskikbaarheid van 'n tafel/lessenaar om by te leer, die mate waarin die leerder die onderrigtaal beheers, is onder meer veranderlikes wat leerders se akademiese prestasie in Wiskunde kan beïnvloed (TIMSS, 2003e).

1.9.9 Studie-oriëntasie

Maree (1997a) definieer **studie-oriëntasie** as 'n opsomming van die bogenoemde velde. Hy meld verder dat dit ook die leerder se oorkoepelende studie-oriëntasie in Wiskunde aandui. Uit die bestaande literatuur blyk dit nodig om 'n sambreelterm (studie-oriëntasie) vir die velde in die SOW(P) te hê omdat die velde interafhanklik en interaktief funksioneer en leerders se aktiwiteite/gedrag/motivering en akademiese prestasie in die Wiskunde-klas bepaal/beïnvloed ten spyte van verskille wat oorsprong, funksie of aard betref.

1.9.10 Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)

'n Selfstandige basiese Wiskunde-vraelys het ten doel die bepaling van leerders se kognitiewe vaardigheid en kennis (prestasie in Wiskunde) wat in hierdie studie ingeskakel sal word om as leerders se Wiskunde-prestasie met die SOW(P) die BW(P) vergelyk kan word.

1.9.11 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)

Die doel van die aparte Wiskunde-woordeskatvraelys is om te bepaal of leerders oor 'n toereikende basiese woordeskat (taalvaardigheid) in Wiskunde beskik.

1.10 Hoofstukindeling

Die hoofstukindeling word vervolgens kortliks in tabelvorm bespreek.

Tabel 1.3 Hoofstukindeling

Hoofstuk	Proefskrif
Hoofstuk 1	**Oriëntasie:** 'n Inleidende oriëntering rakende my studie waarin 'n studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders asook 'n basiese Wiskunde-vraelys en 'n Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) in die vooruitsig gestel word, is in hierdie hoofstuk gegee.
Hoofstuk 2	Literatuuroorsig: In Hoofstuk 2 is kortliks op leerteorieë wat verband hou met sosiale konstruktivisme en probleemgegronde benadering in die onderrig en aanleer van Wiskunde gefokus, daarna is die rol van studie-oriëntasie in 'n leermodel en prestasie in Wiskunde ondersoek. Daar word verder op kognitiewe, affektiewe en konatiewe aspekte van leer in Wiskunde gefokus waarna die hoofstuk met 'n gedeelte rakende kruiskulturele meting afsluit.
Hoofstuk 3	Navorsingsontwerp: Hoofstuk 3 behandel die navorsingsontwerp. Die navorsingsmetodologie word in drie duidelik onderskeibare fases uiteengesit.
Hoofstuk 4	Resultate en bespreking: Die data wat in hierdie studie versamel word, word hier weergegee, statistiese analise word gedoen en resultate word bespreek.
Hoofstuk 5	Samevatting en aanbevelings: In Hoofstuk 5 word kortliks 'n opsomming van die studie weergegee, waarna die navorsingsvrae beantwoord word. Die hoofstuk sluit af met aanbevelings rakende leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde en verdere navorsing in hierdie verband en laastens word gefokus op die bydrae van hierdie studie.

HOOFSTUK 2

Literatuurstudie

Aanpassing van die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir gebruik by intermediêre fase leerders

HOOFSTUK 1

ORIëNTERING

1.1 Agtergrond en oriëntasie

1.1.1 Internasionale navorsing oor die verband tussen studie-oriëntasie in Wiskunde en Wiskundeprestasie

1.1.2 Nasionaal: hersiening van beleidsdokumente en implementering van uitkomsgerigte onderwys

1.2 Motivering en probleemstelling

1.3 Moontlike bydrae van die onderhawige studie

1.4 Beknopte oorsig van literatuur: leer van en prestasie in Wiskunde

1.5 Gepubliseerde vraelyste en die tekortkominge daarvan

1.6 Konseptuele agtergrond en relevansie van die studie

1.7 Navorsingsdoelwitte

1.8 Etiese oorwegings

1.9 Begripsverklaring

1.10 Hoofstukindeling

HOOFSTUK 2

LITERATUURSTUDIE

2.1 Leerteorieë

2.2 Wiskunde

2.3 Studie-oriëntasie in Wiskunde

2.4 Kognitiewe en metakognitiewe faktore

2.5 Affektiewe faktore

2.6 Die rol van konatiewe faktore ten opsigte van studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde

2.7 Kruiskulturele faktore, Wiskunde-prestasie en die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde: 'n Kort oorsig

2.8 Samevatting

HOOFSTUK 3

NAVORSINGSONTWERP

3.1 Inleidende oriëntering

3.2 Aannames van die navorser

3.3 Empiriese ondersoek

3.4 Die uitbouings- en ontginningsfase

3.5 Implementeringsfase

3.6 Data-ontleding- en geldigheidsbepalingfase

3.7 Etiese oorwegings

3.8 Parameters van die studie

3.9 Voorsiene probleme

3.10 Beperkinge van hierdie studie

3.11 Samevatting

HOOFSTUK 4

RESULTATE EN INTERPRETASIE

4.1 Inleidende oriëntering

4.2 Biografiese inligting

4.3 Rasionaal vir die bepaling van gewigte om geweegde beramings vir die populasie mee te bereken

4.4 Bepaling van die die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) se konstrukgeldigheid

4.5 Basiese Wiskundevraelys (Primêr).

4.6 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P)

4.7 Opsomming van beskrywende statistiek resultate

4.8 Voorspellingsgeldigheid van SOW(P), WW(P) en BW(P)

4.9 Samevatting

HOOFSTUK 5

SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

5.1 Inleiding

5.2 Die behoefte aan voorligting in verband met leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde

5.3 Bevindings en implikasies van hierdie ondersoek

5.4 Aanbevelings

5.5 Samevattend

HOOFSTUK 2 LITERATUURSTUDIE

2.1 Leerteorieë	2.1.1 Inleidende oriëntering 2.1.2 Enkele menings oor die begrip "leer" 2.1.3 Die evolusie van leerteorieë 2.1.4 Enkele vroeë kognitiewe perspektiew
2.2 Wiskunde	
2.3 Studie-oriëntasie in Wiskunde	2.3.1 Fokus op enkele aspekte van leer 2.3.2 Studie-oriëntasie en die uitkomste vir onderrig in en aanleer van Wiskunde
2.4 Kognitiewe en metakognitiewe faktore	2.4.1 Definisies van die begrip "kognisie" 2.4.2 Kognitiewe vaardighede wat TIMSS 2003 vereis het 2.4.3 Fokus in Wiskunde op kennis van onderskeidelik konsepte en prosesse 2.4.4 Kognitiewe prosesse wat benodig word in Wiskunde 2.4.5 Foute wat leerders in Wiskunde maak 2.4.6 Taalvaardigheid in Wiskunde 2.4.7 Metakognisie en prestasie in Wiskunde 2.4.8 "Metakognisie" teenoor "kognisie" 2.4.9 Bespreking van enkele grondleggers se siening van die begrip "metakognisie"
2.5 Affektiewe faktore	2.5.1 Inleiding tot affektiewe faktore 2.5.2 Leerervaringe wat leerders se emosionele ingesteldheid rakende Wiskunde beïnvloed 2.5.3 Oortuigings rakende Wiskunde 2.5.4 Houding jeens Wiskunde 2.5.5 Wiskunde-angs 2.5.6 Affek se moontlike invloed op leerders se studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde
2.6 Die rol van konatiewe faktore ten opsigte van studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde	2.6.1 Omskrywing van die begrip "konasie" 2.6.2 Joubert (1964) se siening van die rol van wilsfaktore 2.6.3 Snow en Jackson (1993) se klassifiserende oorsig oor konatiewe faktore 2.6.4 Die bestuurskomponent van motivering 2.6.5 Die verwerwing van konatiewe faktore ten einde positief te impakteer op leerders se studie-oriëntasie in en eventueel op hul prestasie in Wiskunde
2.7 Kruiskulturele faktore, Wiskunde-prestasie en die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde: 'n Kort oorsig	2.7.1 Inleidende agtergrond 2.7.2 Omskrywing van die begrip "kultuur" 2.7.3 Kultuur- en prestasieprestasieprobleme in Wiskunde 2.7.4 Kultuurverwante linguistiese probleme 2.7.5 Kultuurverwante nie-linguistiese probleme 2.7.6 Perspektief op kruiskulturele meting van 'n studie-oriëntasie in Wiskunde 2.7.7 Strukturele vergelykingsmodelle (*SEM*) 2.7.8 Normtabelle
2.8 Samevatting	

HOOFSTUK 2

Literatuurstudie

2.1 Leerteorieë

2.1.1 Inleidende oriëntering

Wanneer 'n leerteorie gevolg word, moet onthou word dat 'n *teorie* 'n 'net van idees is wat iets verduidelik' (Crowther, 1995:1446) of 'n 'stel beginsels' wat toegepas moet word (Smit, 1995:3). 'n *Teorie* kan dus gesien word as 'n raamwerk of verwysing vir 'n spesifieke navorsingsvraag. Zuber-Skerritt (1992:57) merk op dat:

> *All theories are hypothesis created by people; they may be valid at any particular time, but may suddenly be invalid in some unforseeable respect and replaced by a better theory.*

'n *Teorie* is volgens Schunk (2000) 'n wetenskaplik aanvaarbare stel beginsels wat aangebied word om 'n verskynsel te verduidelik. Teorieë voorsien raamwerke vir die vertolking van waarnemings in die omgewing en dien as oorgang tussen navorsing en opvoeding. Navorsingsbevindings kan georganiseer en stelselmatig aan teorieë verbind word. Sonder teorieë sal navorsingsbevindings ongeorganiseerde versamelings data wees, omdat navorsers en praktisyns geen oorkoepelende raamwerke het waarmee dit verbind kan word nie. Selfs wanneer navorsers bevindings maak wat oënskynlik geen direkte verband met teorieë het nie, moet hulle steeds probeer om sin te maak uit die data en te bepaal of daar wel toepaslike teorieë bestaan (Schunk, 2000).

In die onderhawige studie word slegs dié teorieë wat betrekking het op die betrokke studie bespreek. Ek sal poog om vanuit 'n holistiese perspektief na leerders te kyk en dit probeer vermy om slegs op liniêre wyse op enkele gefragmenteerde fasette van leerders se wiskundige wording te fokus – soos deur Maree (1997a) beklemtoon.

Tradisionele leerteorieë wat relevant is vir die leer van Wiskunde in die intermediêre fase sal oorsigtelik bespreek word. Die aspekte van leer waarna gekyk sal word, is sosiale konstruktivisme as die hoofepistemologiese benadering wat studie-oriëntasie ten grondslag lê. Dit sal opgevolg word deur onlangse sienings van leer en onderrig. Daar word aangesluit by Kurrikulum 2005 en uitkomsgerigte onderwys. Aspekte van die begrip *studie-oriëntasie*, wiskundige taalvaardigheid, linguistiese, kognitiewe (waarby metakognitiewe aspekte ingesluit word), affektiewe en konatiewe aspekte, Wiskunde-prestasie en kruiskulturele aspekte van meting, binne die begrensing van die onderhawige studie, word uitgelig,

ondersoek en bespreek. Dit is egter 'n probleem om vir die doel van hierdie proefskrif sinvol 'n volledige opsomming van die werklike omvang van *studie-oriëntasie* in Wiskunde te gee.

2.1.2 Enkele menings oor die begrip *leer*

Daar kan vanuit verskillende perspektiewe na *leer* gekyk word. Teoretici verskil oor hoe om dié begrip te definieer. Party meen dat leer 'n relatief permanente verandering in gedrag is as gevolg van ervarings. Ander meen weer dat leer 'n relatief permanente verandering in verstandsassosiasies is as gevolg van ervarings (Ormrod, 2003). Albei definisies beskryf leer as 'n **'relatief permanente verandering'** en dat die **'verandering plaasvind as gevolg van ervarings'**. Die twee definisies verskil in die opsig dat die een leer as **gedrag** beskryf en die ander as **verstandsassosiasies**. Dit dui op die verskil in fokus tussen verskillende leerteorieë – sommige fokus op die veranderings in gedrag met verloop van tyd wat deur omgewingsfaktore veroorsaak word; ander teorieë fokus meer op die interne verstandsprosesse (denke) as op sigbare gedrag (Ormrod, 2003).

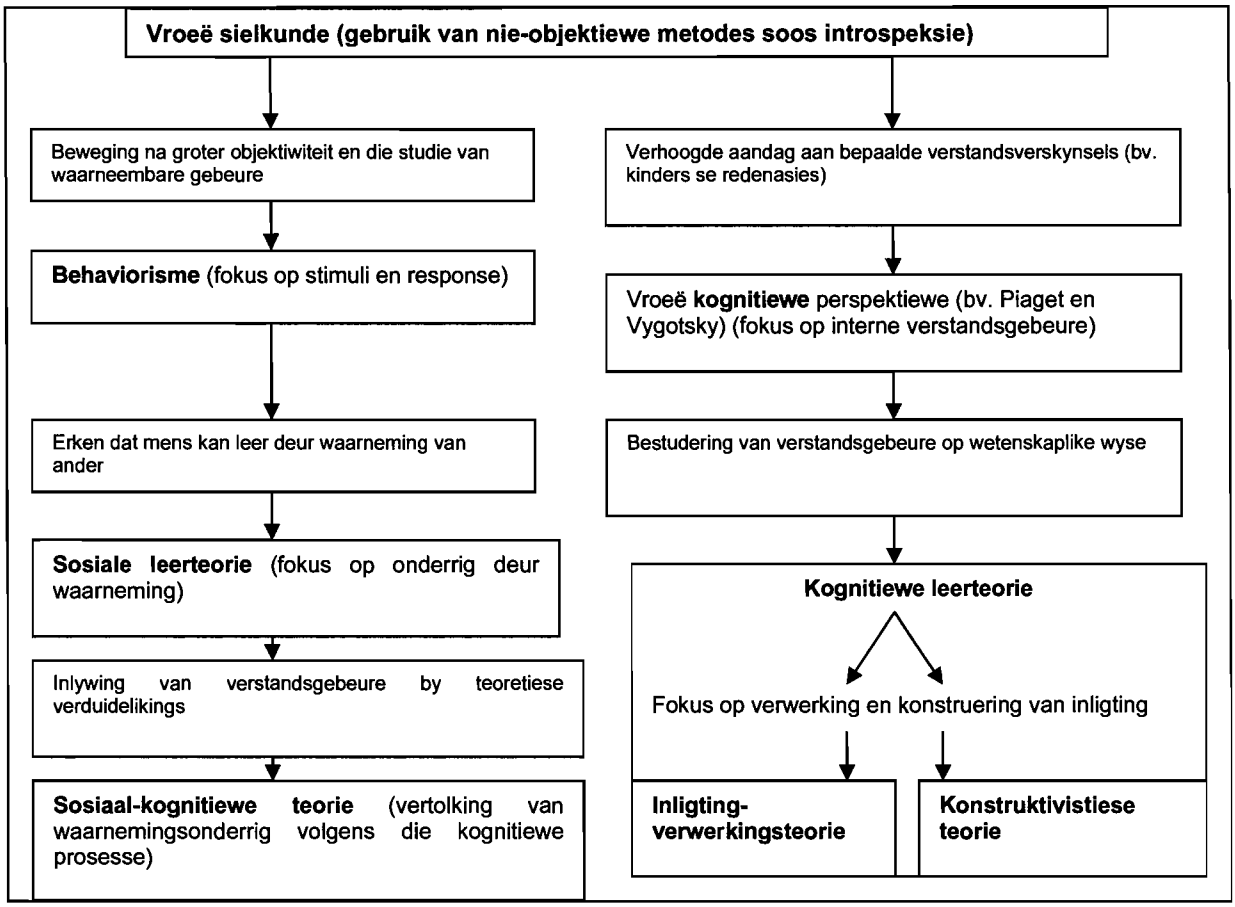
Vervolgens word die ontwikkeling van leerteorieë kortliks weergegee.

2.1.3 Leerteorieë

Leerteorieë het oor dekades heen ontwikkel. Ormrod (2003) se skematiese voorstelling van die evolusie van leerteorieë word vervolgens verskaf.

2.1.3.1 Die evolusie van leerteorieë

Ormrod (2003:190) stel die evolusie van leerteorieë soos volg voor:



Figuur 2.1 Die evolusie van leerteorieë

Bron: Ormrod (2003:190)

Vervolgens word die invloede van enkele van die leerteorieë wat in die voorafgaande figuur aangedui word, bespreek en uitgelig.

2.1.3.2 Enkele vroeë kognitiewe perspektiewe

Kognitiewe leer is leer wat plaasvind as gevolg van veranderings in kognisie (Louw, & Edwards, 2003). Dit is belangrik om in gedagte te hou dat kognitivisme, inligtingverwerking en sosiale konstruktivisme juis hul oorsprong in kognitiewe teorieë het.

(1) Piaget se kognitief-strukturele teorie

Piaget (1976) het 'n aantal idees en konsepte voorgestel om die veranderings in logiese denke wat hy by kinders en volwassenes waargeneem het, te beskryf en te verduidelik (Ormrod, 2003):

- Kinders is aktiewe en gemotiveerde leerders. Kinders is nuuskierig en soek doelbewus inligting om hul wêreld te verstaan. Hulle eksperimenteer gedurig met die voorwerpe waarmee hulle te doen kry, manipuleer dinge en neem die gevolge van hul optrede waar.

- Kinders konstrueer kennis uit hul ervarings. Kinders se kennis is nie beperk tot 'n versameling van geïsoleerde stukke inligting nie. Kinders gebruik die inligting wat hulle versamel om 'n geheelbeeld te vorm van hoe die wêreld werk (dit is een rede waarom Piaget se teorie 'n konstruktiewe teorie genoem word). Volgens Piaget se teorie organiseer kinders wat hulle leer en weet as skemas – groepe soortgelyke denke of optrede. Met ervaring word hierdie skemas aangepas en word dit beter geïntegreer met ander skemas.

- Kinders leer deur twee komplementêre prosesse, naamlik assimilasie en akkommodasie. Piaget stel dat leer en kognitiewe ontwikkeling voorkom as gevolg van bogenoemde komplementêre prosesse. Assimilasie kom voor wanneer 'n leerder met 'n voorwerp of gebeurtenis, wat met 'n bestaande skema ooreenstem, te doen kry. Dit gebeur egter soms dat 'n kind met 'n voorwerp of gebeurtenis te doen kry wat nie so maklik 'n verband met 'n bestaande skema toon nie. Een van die volgende twee tipes akkommodasie kan nou voorkom: 'n kind wil 'n bestaande skema aanpas om die nuwe voorwerp of gebeurtenis te akkommodeer of die kind sal 'n totaal nuwe skema skep om daarby aan te pas.

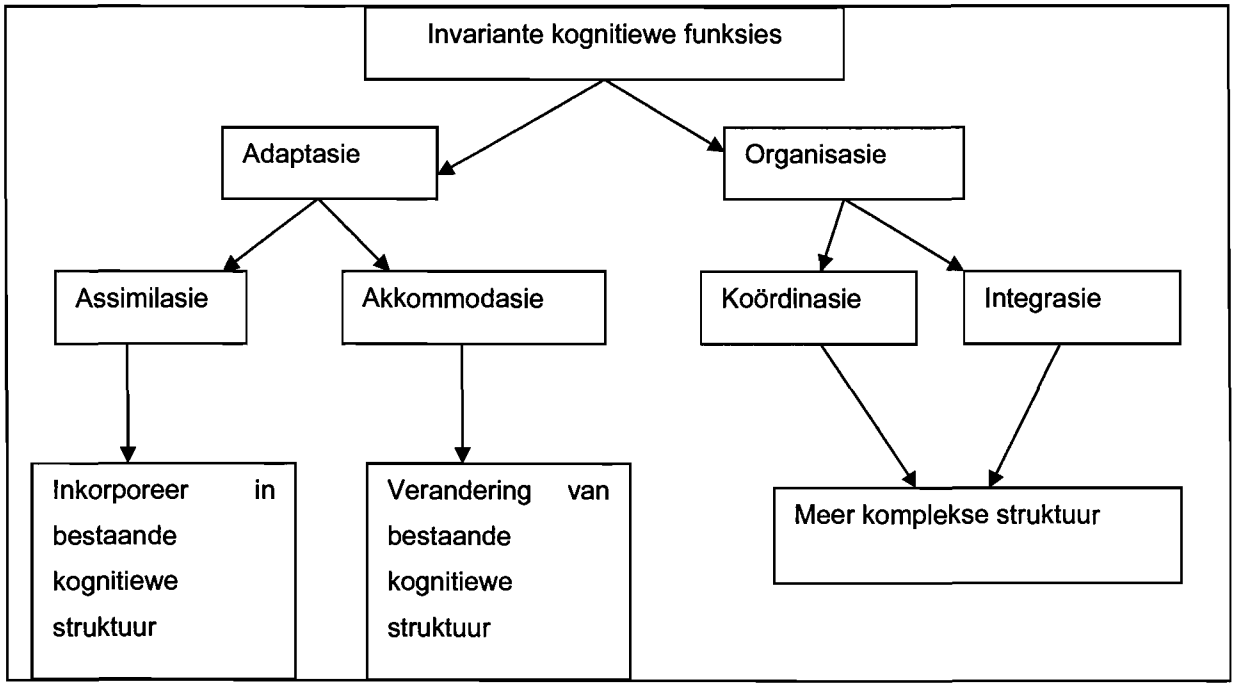
- Interaksie met die fisiese en sosiale omgewing is noodsaaklik vir die kognitiewe ontwikkeling van die kind. Deur met sy/haar wêreld (sand, water, meet, bou, ensovoorts) te eksperimenteer of dit te manipuleer, kan leerders oorsaak-gevolg-verbande, of eienskappe soos volume of gewig, ontdek. Sosiale interaksie het as moontlike uitkoms/gevolg dat kinders besef dat verskillende mense dinge verskillend ervaar. Die kind besef dat die eie ervaring nie noodwendig 'n absoluut akkurate of logiese weergawe van die wêreld is nie, maar dat hy/sy uniek is.

- Die balansproses bring mee dat die kind vinniger na meer komplekse denke vorder. As kinders nuwe gebeure gemaklik kan verduidelik met behulp van bestaande skemas, verkeer hulle in 'n balanssituasie (Piaget, 1976). Hierdie balans hou egter nie altyd aan nie. Wanneer dié balans versteur word omdat die kind nie met die bestaande skemas 'n gebeure kan beskryf nie, ontstaan 'n verstandswanbalans. Nou word skemas vervang, herorganiseer of selfs beter geïntegreer (deur akkommodasie) om hierdie gebeure te verstaan. Hierdie beweging van balans na wanbalans en terug na balans word

balansering genoem. Dié strewe van kinders na balans bevorder die ontwikkeling van meer komplekse vlakke van denke en kennis. Dit word ook *organisasie* genoem.

- Ontwikkeling van die verstand kan steeds voorkom selfs nadat geneties gekontroleerde neurologiese veranderings plaasgevind het. Piaget (1976) meen dat verstandsontwikkeling deels afhanklik is van die rypwording (volwassewording) van die brein. Dis waarom kinders nie soos volwassenes kan dink nie.

Vervolgens word Piaget (1976) se skematiese voorstelling van kognitiewe funksionering weergegee.



Figuur 2.2 Kognitiewe funksionering volgens Piaget

Bron: Piaget (1976) volgens Louw *et al.* (1998:76)

Piaget se teorie is konstruktivisties van aard omdat dit aanneem dat leerders hul konsepte op die wêreld toepas om dit te verstaan (Byrnes, 1996). Hierdie konsepte is nie aangebore nie, maar word eerder bekom deur kinders se normale ervarings. Inligting vanuit die omgewing word nie outomaties ontvang nie, maar word volgens die leerder se heersende verstandstrukture geprosesseer. Kinders verstaan hul omgewing en konstrueer die werklikheid gegrond op hul huidige vermoëns. Hierdie basiese konsepte ontwikkel tot meer gesofistikeerde sienings namate ervaring toeneem (Schunk, 2000).

(2) Vygotsky se teorie van kognitiewe ontwikkeling

Vygotsky (1978) se teorie van kognitiewe ontwikkeling behels die volgende (Ormrod, 2003):

- Komplekse verstandsprosesse begin as sosiale aktiwiteite; as kinders ontwikkel, internaliseer (verinnerlik) hulle hierdie prosesse en gebruik dit onafhanklik. As gevolg van sosiale interaksie kom kinders agter hoe ander mense om hulle dink oor dinge en gebeure. Volgens Vygotsky is dialoog met ander mense onontbeerlik vir die ontwikkeling van hul verstand – dit word deel van hul innerlike. Kinders redeneer met mekaar omdat nie alle verstandsprosesse ontwikkel as kinders met volwassenes in wisselwerking is nie. Hierdie redenasies help kinders om 'n saak vanuit verskeie ander sienings as hul eie te beskou.

- Denke en taal word tydens die vroeë kinderjare toenemend interafhanklik. Vygotsky stel dit dat denke en taal aanvanklik vir kinders twee aparte funksies is. Dis eers as kinders begin praat, dat taal en denke een funksie word. Wanneer dit gebeur, begin die kind om hardop met die self te praat (privaatspraak). Vygotsky meen dat hierdie privaatspraak ontwikkel in innerlike gesprek, wat beteken dat die kind in sy verbeelding in gesprek met hom/haarself is. Kinders gee verbaal vir hulself aanduidings hoe om take en aktiwiteite aan te pak en af te handel. Deurdat kinders met hulself praat, leer kinders om hul eie gedrag deur moeilike take en komplekse optrede te rig soos wat volwassenes dit eers vir hulle gedoen het.

- Deur middel van informele gesprekke én formele skoolopleiding dra volwassenes die maniere oor waarop hul eie kultuur die wêreld interpreteer. Die mate waarin kinders aan hul spesifieke unieke kultuur blootgestel word, sal bepaal hoe die kultuur se unieke begrippe, idees en oortuigings deur die kinders van daardie kultuur verstaan word. Vygotsky se teorie impliseer dat daar 'n groter diversiteit in kinders se verstandsontwikkeling sal wees as wat Piaget gemeen het.

- Kinders kan meer gevorderde uitdagende take voltooi as hulle deur meer gevorderde bevoegde individue ondersteun word. Vygotsky beskryf twee tipes vermoëns wat kinders op enige tydstip sal hê: die een is die boonste perk van dit wat hy/sy onafhanklik en op sy/haar eie kan doen (*actual developmental level*) en die ander is die boonste perk (limiet) van dit waartoe die leerder in staat is as hy/sy hulp van 'n meer bevoegde individu sou kry (*level of potential development*). Hierdie hulp wat die kind ontvang, word 'steiers' (*scaffolds*) genoem. Om 'n kind se ware verstandsontwikkeling te bepaal, moet die kind se vermoë alleen én met die hulp van 'n meer bevoegde individu, geassesseer word.

- Uitdagende take bevorder die maksimale ontwikkeling van die leerder se verstand. Vygotsky noem dié take wat 'n kind nie alleen nie, maar met die hulp van ander kan doen, die sone van nabye ontwikkeling *(zone of proximal development)*. Dit sluit in die kind se vermoëns wat slegs begin het om te ontwikkel, soos om te leer en probleme op te los. Hierdie sone van nabye ontwikkeling verander voortdurend. Vygotsky stel verder voor dat dit juis lewensuitdagings is wat voortdurend kognitiewe ontwikkeling stimuleer en teweeg bring.

Vygotsky (1978) se teorie het ook 'n konstruktiewe inslag (Schunk, 2000) omdat die sosiale omgewing as 'n leer- en ontwikkelingsfasiliteerder optree. Die siening van selfregulering as 'n fenomeen is deur Vygotsky se teorie beïnvloed. Om selfregulering te fasiliteer, is metakognitiewe tussengangers soos beplanning, kontrolering en evaluering nodig. Leerders kan op verskillende maniere gehelp word om kognitiewe tussengangers (bv. tekens en simbole) te bekom deur middel van die sosiale omgewing. 'n Algemene toepassing sluit die konsep "onderrig" deur 'onderrigsteiers' (*scaffolding*) in. Dit beteken dat elementte van 'n taak wat te moeilik vir die leerder se vermoëns is, gekontroleer word sodat die leerder kan fokus op dit wat hy/sy wel verstaan en kan doen (Schunk, 2000). Hoewel hierdie siening van onderrig deur middel van steiers nie deel is van Vygotsky se teorie nie, pas dit tog in by die sone van nabye ontwikkeling.

Piaget en Vygotsky het elkeen in eie reg 'n bydrae gelewer tot die ontwikkeling van kognitiewe leerteorie, maar ook tot die konstruktivistiese leerteorie, wat telkens aangedui is.

Omdat die onderhawige studie vanuit die sosiaal-konstruktivistiese benadering beskou word, word dié teorie besondere aandag.

2.1.4 Fokus op sosiale konstruktivisme

2.1.4.1 Definisie van konstruktivisme

Von Glaserfeld (1991:31) definieer konstruktivisme as volg:

> *Constructivism ... asserts two main principles whose application has far-reaching consequences for the study of cognitive development and learning as well as for the practice of teaching, psychotherapy, and interpersonal management in general. The two principles are: (a) knowledge is not passively received but actively built up by the cognizing subject; (b) the function of cognition is adaptive and serves the organization of the experiential world, not the discovery of ontological reality.*

Daar is volgens Von Glaserfeld (1991) 'n radikale verskil tussen 'n konstruktivistiese benadering tot leer, waarin leerstrategieë gerig is op die verstaan van probleme en

vakinhoud, en 'n behavioristiese benadering, waarin die hoofdoel die repetisie en die indril van vaste patrone of metodes is.

Konstruktivisme is 'n psigologiese en filosofiese perspektief wat onder meer impliseer dat individue die meeste van wat hulle leer en verstaan self konstrueer (Brunning, Schraw & Ronning, 1995). Dit beklemtoon die interaksies van persone en situasies in die verkryging en verfyning van vaardighede en kennis. Konstruktivisme staan in bepaalde opsigte in sterk kontras tot die behavioristiese sienings van leer wat die invloed van die omgewing op die leerder beklemtoon, asook die klassieke inligtingverwerkingsteorie wat die lokus van leer in die verstand van die leerder plaas sonder om te veel aandag te gee aan die konteks waarin dit plaasvind. Konstruktivistiese leerteorie stem grotendeels ooreen met die sosiaal-kognitiewe teorie (Bandura, 1986, 1997) deurdat aangeneem word dat leerders, gedrag en omgewings op 'n wederkerige wyse interaktief is.

Konstruktivisme kan samevattend gesien word as 'n hele aantal teorieë waarvan almal een gemeenskaplike eienskap het, naamlik dat die leerder aktief betrokke is by die skep van betekenis (Biggs, 1996). Leerders konstrueer betekenis deur aktief te selekteer en hul eie kennis deur individuele én sosiale aktiwiteite te bou. Die leerder bring opgehoopte aannames, motiewe, intensies en vorige kennis na elke onderrig- of leersituasie wat die gang en kwaliteit van die leer wat mag plaasvind, beïnvloed (Biggs, 1996). 'n Logiese gevolg van die feit dat nuwe kennis op bestaande kennis gekonstrueer word, is dat onderwysers aandag moet gee aan gevalle waar leerders net gedeeltelik verstaan, verkeerde oortuigings het of naïewe weergawes van konsepte het. Wanneer onderwysers op hierdie verkeerde basis bou, verskil die leerder se nuwe kennis van dit wat die onderwyser beoog het (Bransford, Brown & Cocking, 2003). Hierdie teorie meen verder dat die metode van onderrig nie die feit verander dat nuwe kennis op bestaande kennis gebou word nie (Cobb, 1994). Konstruktiviste meen dus dat daar nie een enkele beste onderrigstrategie/onderrigstrategie is nie en dat 'onderrig deur te vertel' (lesing) ook 'n plek in die klaskamer het (Bransford *et al.*, 2003). Navorsing bewys verder dat die vermoë van leerders wat puik presteer in vakke soos Wiskunde om hul denke te gebruik en probleme op te los, afhanklik is van 'n stewige kennisbasis van die inhoud van die vak (Chase & Simon, 1973; Chi, Feltovich & Glaser, 1981; DeGroot, 1965). Dit beklemtoon die interaksie tussen mense en situasies in die verkryging en verfyning van vaardighede en kennis. Leerders is aktief betrokke deur manipulasie van materiaal of sosiale interaksie, en dié optrede sluit in: waarneming, versameling van data, generering of toets van hipoteses en saamwerk met ander leerders (Schunk, 2000).

Kinders (leerders) en volwassenes verwerf die vermoë om die wêreld en die akademiese vakinhoud te verstaan en logies daaroor te dink. Net so ontwikkel hul vermoë om ander mense se gedrag en sienings te verstaan en te erken. Wanneer leerders nadink oor die denke, optrede en reaksies van ander mense om hom/haar, raak hulle betrokke by sosiale kognisie (Ormrod, 2003).

Omdat hierdie studie vanuit die **sosiaal**-konstruktivistiese benadering beskou word, is dit ook nodig om die sosiale leerteorie volgens Bandura uit te lig.

2.1.4.2 Sosiale leerteorie

Bandura (1986), wat algemeen beskou word as sosiale leerteoretikus, het aangetoon dat gedrag deur waarneming aangeleer kan word (Meyer, Moore & Viljoen, 1988). Modellering (of waarnemingsleer) kan volgens Bandura (1986) slegs verklaar word as aanvaar word dat bepaalde verstandsprosesse in die leerder self plaasvind. Die leerder behoort onder meer in staat te wees om die gedrag van 'n bepaalde model simbolies te verwerk en dit dan oor te dra na latere situasies waar dit nageboots kan word (Louw *et al.*, 1998). Bandura het die volgende vier elemente, wat kan help om te verstaan hoe sosiale leer plaasvind, in sy sosiale leerproses geïdentifiseer:

Aandag gee aan en waarneming van die relevante aspekte van ander se gedrag

Herinneringe aan die gedrag, in woorde en/of in verbeeldingsvoorstellings

Oorskakeling van die gedrag uit die geheue na optrede

Motivering om die waargenome gedrag uit te voer (Louw & Edwards, 2003:251).

Cobb, Wood, Yackel en Perlwitz (1992:67-92) meen dat sosiale interaksie beduidend belangrik is wanneer Wiskunde geleer word. Dié outeurs verduidelik hul siening in hierdie verband soos volg:

> *An emphasis on social interaction brings with it the notion that mathematical learning is a process of enculturation in which students come to be able to participate increasingly in the mathematical practises institutionalized by the wider society ... Learning opportunities can then be seen to arise for students as they and the teacher interactively constitute taken-as-shared mathematical interpretations and understandings ... students (should) have frequent opportunities to discuss, critique, explain ... when necessary, justify their interpretations and solutions ... work collaboratively in small groups and ... participate in whole-class discussions of their problems, interpretations, and solutions.*

Selman (1980) onderskei vyf vlakke waardeur 'n leerder se sosiale perspektiewe ontwikkel. Dié ontwikkeling word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 2.1 Die ontwikkeling van 'n persoon se sosiale perspektiewe

Vlak	Skoolfase	Beskrywing
Vlak 0: Egosentriese perspektief	Voorskoolse leerders tot leerders in die grondslagfase	Leerders kan nie iemand anders se siening insien nie. Hulle besef nie dat ander se gedagtes en gevoelens van hulle s'n verskil nie.
Vlak 1: Subjektiewe perspektief	Meeste leerders in die grondslagfase en die (middel) intermediêre fase	Leerders besef dat ander mense se gedagtes en gevoelens van hulle s'n verskil, maar sien dit hoofsaaklik op 'n eenvoudige eendimensionele wyse in.
Vlak 2: Tweede persoon, omgekeerde perspektief (*reciprocal*)	Meeste leerders in die hoër intermediêre grade	Leerders besef dat ander mense soms gemengde en moontlike teenstrydige gevoelens oor 'n situasie ervaar. Leerders besef ook dat ander se optrede nie noodwendig hul gevoelens reflekteer nie en dat mense soms dinge doen wat hulle nie bedoel het om te doen nie.
Vlak 3: Derde persoon, wedersydse perspektief	Baie leerders in die laat intermediêre fase en die senior fases	Leerders sien hul eie en ander se sienings in en kan ook 'n standpunt buite die twee persone se verhouding inneem. Hulle kan nou die behoefte waardeer om die self, asook ander tevrede te stel en kan daarom samewerking, kompromieë en vertroue insien en waardeer.
Vlak 4: Gemeenskaps-simboliese perspektief	Sommige leerders in die senior fase en leerders in graad 10 tot 12	Leerders besef dat mense 'n produk van hul omgewing is – dat gebeure in die verlede én huidige omstandighede 'n bydrae lewer tot die vestiging van persoonlikheid en gedrag. Hulle begin selfs agterkom dat mense nie altyd bewus is waarom hulle doen wat hulle doen nie.

Bron: Saamgestel uit Selman (1980)

2.1.4.3 Die verband tussen leer en konstruktivisme

Die konstruktiewe leerteorie is leerdergerig. Dit beklemtoon die leerder se individuele siening van die werklikheid en hoe hy/sy die werklikheid op idiosinkratiese wyse interpreteer

(Schoenfeld, 1992). Onderwysers dra nie die kennis aan leerders oor nie, maar fokus eerder op die verstaan van die leerders se idees om hulle so te help om wiskundige idees te konstrueer of te herkonstrueer. Hatano (1996) hou vol dat leerders wat wiskundige kennis op hul eie konstrueer, uitgeken word aan proseduurmatige foute en wanbegrippe. Hy beweer verder dat wanbegrippe ontwikkel uit leerders se pogings om nuwe idees by bestaande, maar teenstrydige, kognitiewe strukture in te pas. Wanbegrippe ontstaan wanneer leerders probeer om hul beperkte ervarings te verstaan. Schoenfeld (1992) verduidelik hoe leer 'n totale konteks – wat uit verskillende legkaartstukke bestaan – betrek. Hy verklaar ook dat navorsers nog glad nie verstaan hoe hierdie dele gekonstrueer is of met mekaar verbind is nie. Borasi (1996) het Wiskunde-leer in konstruktiewe onderrigomgewings ondersoek en bevind dat leerders met verskillende vermoëns en agtergronde bemagtig is om wiskundige verbande te maak.

2.1.4.4 Aspekte van konstruktivisme

Die begrippe *construct* of *konstrueer* en *instruct of onderrig* wat deurentyd met konstruktivisme verbind word, word vervolgens gelys en verduidelik:

Tabel 2.2 Die begrippe *instruct of onderrig* en *construct of konstrueer*

Outeur, datum	Begrip	Verduideliking
Crowther (1995: 247), Thompson (1995: 286)	*construct*	*to put or fit together*
Woolf, (1977: 599)	*forming a construct*	*mentally assembling and integrating sense-data*
Odendal *et al.* (1985:599)	konstrueer	saamstel, uit gegewens, reëls aflei
Crowther (1995: 619)	*instruct*	*to teach somebody a skill*
Woolf (1977: 599)	*instruct*	*to give information*
Odendal *et al.* (1983:760)	onderrig	leer, onderwys; voorlig, op die hoogte bring
In die algemeen:	*instructivism* *constructivism*	*Teacher-centred* *Learner-centred*

2.1.4.5 Leerteorie en onderrig

Ertmer en Newby (1993) wys daarop dat leerteorieë onderrigontwerpe voorsien wat erkende onderrigstrategieë en -tegnieke insluit en so die leerfasiliteerder se keuse van onderrigstrategieë vergemaklik.

In aansluiting hierby kan navorsers nie die ervaring van Wiskunde-onderwysers, wat deur hul jare lange ervaring in die klaskamer 'n enorme hoeveelheid kennis oor Wiskundeleer geakkumuleer het, ontken nie (Cross & Steadman, 1996). As navorser van die onderhawige studie stem ek saam met Cross en Steadman (1996) dat relevante leerteorieë in die praktyk aan die ervarings van bekwame onderwysers gekoppel moet word. Daarmee word nie uitgesluit dat Wiskunde-onderwysers voortdurend moet reflekteer oor hul eie onderrig (onderrig en leer) nie en dat hulle doelbewus op die hoogte moet bly van die nuutste verwikkelings wat relevant is vir onderrig in Wiskunde.

2.1.4.6 Enkele aspekte van konstruktivistiese onderrig in Wiskunde

Die konstruktivistiese benadering tot onderrig neig om op meer leerdergerigte omgewings te fokus. Dié benadering voorsien aktiwiteite wat kenniskonstruksie fasiliteer en wat leer genereer (Baylor, 2002). Driscoll (2000) onderskei vyf eienskappe van konstruktivistiese onderrig. Dit is die volgende:

- leer vind plaas in komplekse en realistiese omgewings
- voorsiening word gemaak vir sosiale onderhandelings
- verskeie perspektiewe word ondersteun en voorstellings word op verskeie wyses aanvaar
- leerders word aangemoedig om eienaarskap (verantwoordelikheid) van hul leer te neem
- leerders se aandag word op hul bewuswees van die proses van kenniskonstruksie gefokus.

2.1.4.7 Die doel van onderrig in Wiskunde

Grossnickle, Reckzeh, Perry en Ganoe (1983) dui aan dat onderrig in Wiskunde sedert die tagtigerjare veral deur die volgende aspekte gekenmerk word:

(1) Onderwysers en ander rolspelers (soos outeurs van Wiskunde-handboeke) is nie net veronderstel om die inhoud van die vak te ken en te verstaan nie, hulle moet ook die leerders verstaan en die wyse waarop leerders Wiskunde verstaan en leer. Hulle moet

dus vertroud wees met psigologiese beginsels en in staat wees om dit toe te pas op die vlak van die Wiskunde wat by die leerders se verstandsontwikkeling pas.

(2) Probleemoplossingstrategieë behoort voorrang te geniet.

(3) Duidelik gedefinieerde doelwitte is die basis van 'n volledig gebalanseerde benadering tot die leer van Wiskunde.

- Die vermoë om kwantitatief oor probleemoplossingsituasies te dink, moet verwerf word.
- 'n Funksionele kennis van taal en die struktuur van Wiskunde – wat onder meer die volgende insluit: die vermoë om te skat, om te oordeel of die antwoorde vir probleme aanvaarbaar is al dan nie, notasies van Wiskunde en woorde wat in die werklike lewe ander betekenisse as in Wiskunde het.
- 'n Sensitiwiteit vir 'n wye verskeidenheid kwantitatiewe situasies in die gemeenskap, asook om Wiskunde in alledaagse situasies te kan toepas.
- 'n Intelligente beheersing van rekenvaardighede en -vermoëns. Die leerder moet dus insig toon in die redes waarom sekere meganiese funksies juis op dié manier gehanteer word.
- Die leerder moet die nut (belang) van Wiskunde in die 21ste eeu kan evalueer.
- Die leerder moet verkieslik 'n positiewe houding teenoor die leer van Wiskunde toon.

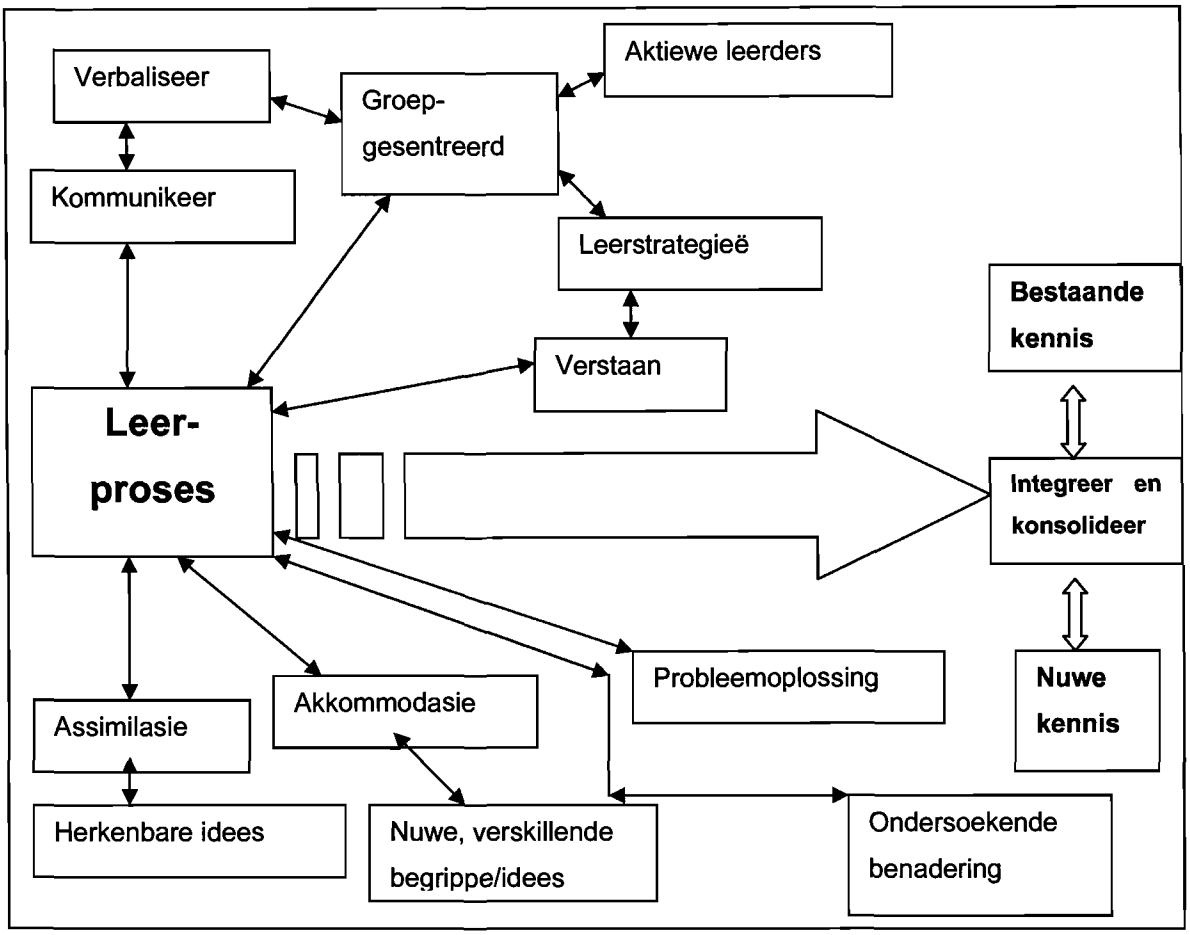
Die konstruktivistiese benadering tot leer en onderrig sowel as metakognisie het gegroei vanuit die sosiaal-**kognitiewe** leerteorieë en daarom is dit belangrik om dit in die onderhawige studie in ag te neem.

2.1.4.8 Die kognitiewe oorsprong van konstruktivisme

Waar persone wat 'n behavioristiese leerteoretiese siening vooropstel hoofsaaklik op die **uitkoms** van leer fokus, fokus die kognitiewe leerteoretici veral op die leer**proses**. Kognitiewe leerteorieë beklemtoon die verantwoordelikheid wat die leerder vir sy/haar eie verstaan neem, deur onder meer aktief betekenis te konstrueer (Cross & Steadman, 1996).

Shuell (1986) definieer *leer* vanuit 'n kognitiewe perspektief as 'n volgehoue veranderingswyse in gedrag of in die vermoë om op 'n bepaalde veranderingswyse te reageer op grond van oefening of ander vorms van ervaring. Leer is dus afleibaar – dit word nie regstreeks waargeneem nie, maar wel die uitkomste daarvan.

Maree (1997a) beskryf enkele moontlike aspekte wat verreken behoort te word in Wiskundeonderrig. Die interaksie tussen die konstrukte kan soos volg voorgestel word:



Figuur 2.3 Enkele moontlike aspekte wat konstruktivisme beskryf en wat verreken behoort te word in Wiskunde-onderrig

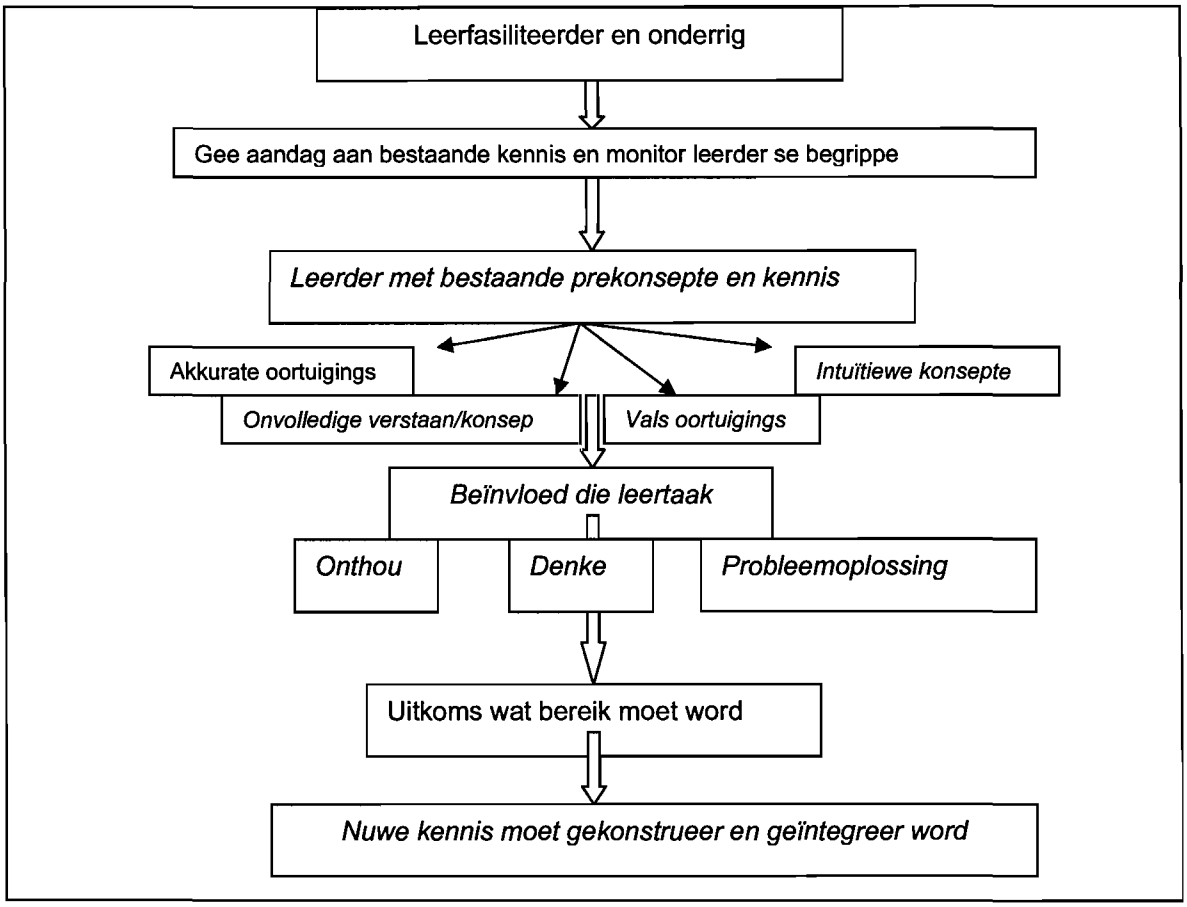
Bron: Saamgestel uit Maree (1997a)

Ek fokus vervolgens op meer verwante, onlangse sienings van leer, leerders, onderrig en onderwysers.

2.1.5 Meer onlangse sienings van leer, leerders, onderrig en onderwysers

Bransford *et al.* (2003) lig in hul samevatting van onlangse navorsingsbevindings oor leer, leerders, onderwysers en onderrig (onderrig) veral drie bevindings uit wat vervolgens kortliks verduidelik en skematies voorgestel word:

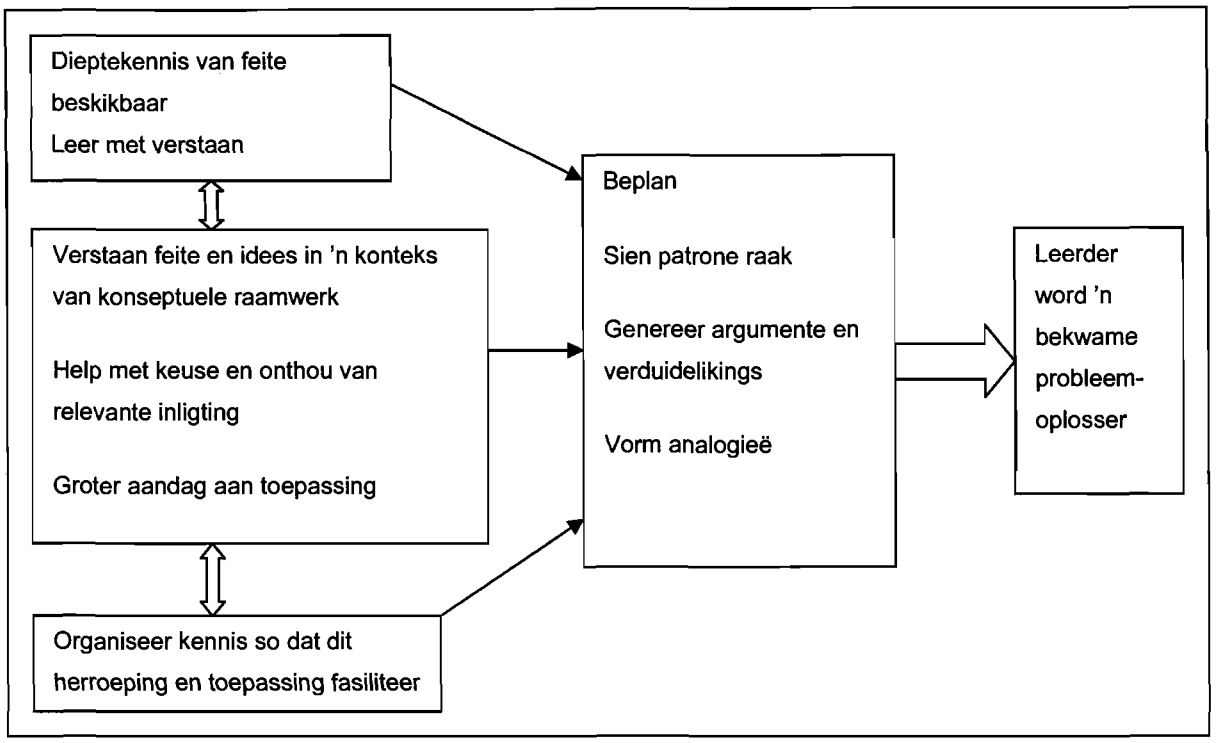
(1) Onderwysers behoort leerders se bestaande konsepte (verstaan van hoe die wêreld werk) in ag te neem, want as hierdie verstaan nie betrokke is by hul leer nie, gaan hulle nie verstaan nie en gaan nuwe inligting wat bekom word, slegs vir doeleindes van toetse geleer en dan weer vergeet word (Bransford *et al.*, 2003). Hierdie siening kan soos volg skematies voorgestel word:



Figuur 2.4 Leer, leerder, onderrig en leeruitkomste

Bron: Saamgestel uit Bransford *et al.* (2003: 14-16, 19)

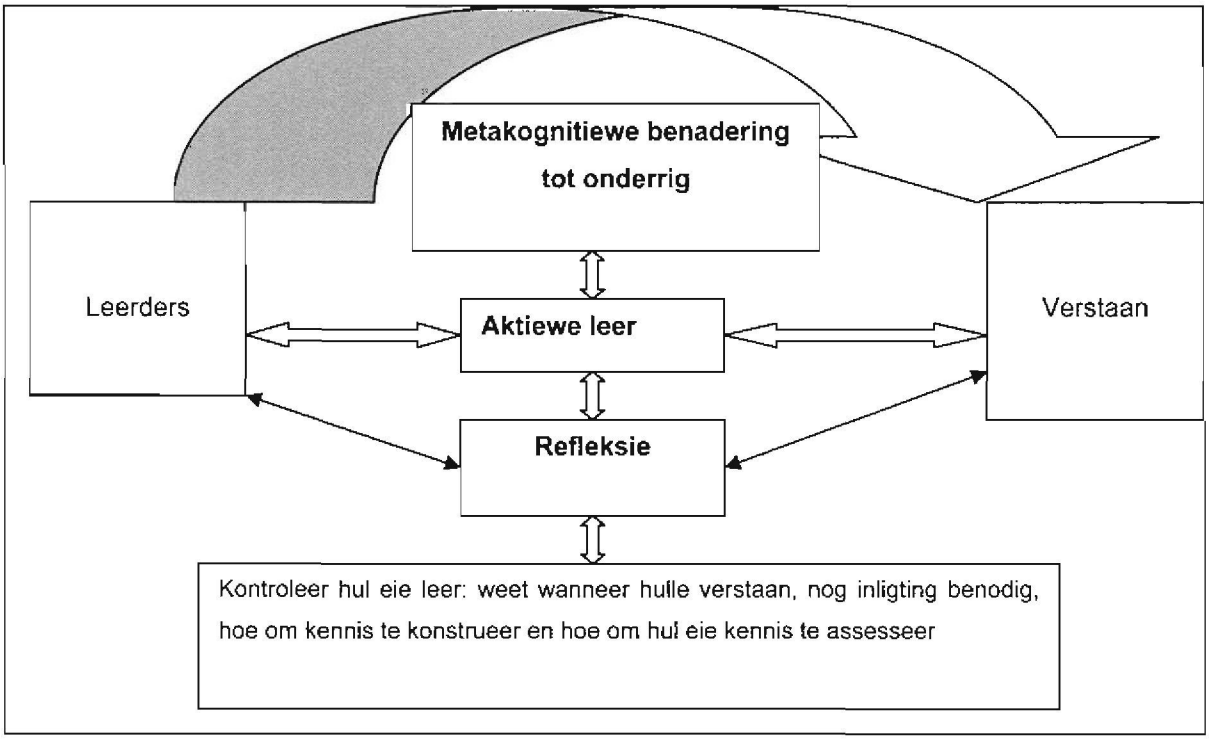
(2) Wanneer van leerders verwag word om bevoegdhede oor 'n aspek van die leerinhoud te bemeester, moet in gedagte gehou word dat hulle 'n grondige feitekennis van die inhoud van die leerarea nodig het, dat hulle die feite en idees in die konteks van 'n konseptuele raamwerk behoort te verstaan en dat hulle hul kennis op maniere behoort te organiseer wat herwinning en toepassing fasiliteer (Bransford *et al.*, 2003). Hierdie bevinding kan soos volg skematies voorgestel word:



Figuur 2.5 Die leerder as bekwame probleemoplosser

Bron: Saamgestel uit Bransford *et al.* (2003: 16-17, 20)

(3) 'n Metakognitiewe benadering tot onderrig help leerders om verantwoordelikheid vir hul eie leer te neem deur leerdoelwitte te stel en om hul vordering in die bereiking van hierdie doelwitte te monitor (Bransford *et al.*, 2003). Hierdie bevinding word vervolgens soos volg voorgestel:



Figuur 2.6 Metakognitiewe benadering tot aktiewe leer

Bron: Saamgestel uit Bransford *et al.* (2003: 18, 21)

Bogenoemde drie bevindings het bepaalde implikasies vir die klaskameromgewing en ek fokus vervolgens op enkele van hierdie implikasies.

2.1.5.1 Klaskameromgewings wat bevorderlik is vir konstruktivistiese leer

Die Wiskunde-onderwyser wat 'n konstruktivistiese leerbenadering volg, skep gewoonlik 'n klaskameromgewing wat onder meer vir die volgende belangrike aspekte voorsiening maak:

- deeglike verrekening van leerders en hul huidige kennis- en vaardigheidsvlak, asook hul houding teenoor Wiskunde
- die daarstel van 'n leeromgewing wat bevorderlik is vir konstruktivistiese wyses van kennisverkryging
- formatiewe assessering (monitering, evaluering, beplanning en refleksie)
- 'n konstruktivistiesgerigte klaskamergemeenskap (Bransford *et al.*, 2003).

Outeurs benadruk dit herhaaldelik dat Wiskunde-onderwysers koöperatiewe leerstrategieë behoort te implementeer wat Wiskunde-leerders die geleentheid behoort te bied om aktief deel te neem aan die ontdekking van Wiskunde en die konstruksie van hul eie kennis

(Johnson & Johnson, 1989; Johnson, Johnson & Smith, 1991; King, 1993). Dit is dus nodig om in dié stadium kortliks op hierdie aspek te fokus.

2.1.5.2 Koöperatiewe en konstruktivistiese leer

Die koöperatiewe leerproses is 'n samewerking tussen die leerfasiliteerder en leerders, en leerders onderling, waartydens die leerfasiliteerder aktiewe leerstrategieë implementeer wat daarop gerig is om leerders se bevoegdhede en kritiese denke te ontwikkel (Henderson, 1996; King, 1993).

Wanneer leerders in 'n groep saamwerk om Wiskunde-probleme op te los, word van hulle verwag om mekaar aan te moedig om nie slegs te leer nie, maar inderdaad ook (mede-) verantwoordelikheid vir mekaar se verstaan te aanvaar (ten einde te probeer sorg dat alle deelnemers die gestelde uitkomste optimaal bereik) (Cohen, 1994; Johnson, Johnson & Johnson-Holubec, 1993). Doelmatige oplos van ingewikkelde Wiskunde-probleme in groepverband stel die eis van metakognitiewe denke wat daarop gemik is om sowel taak- as groepvaardighede te optimaliseer (Dishon & O'Leary, 1984; Johnson & Johnson, 1993). Genoeg tyd behoort toegelaat te word waartydens groeplede deel kan word van die probleemoplossingsproses, maar ook om te reflekteer oor sowel die uitkoms van die probleemoplossing as die doelmatige funksionering van hul groep (Johnson, Johnson & Johnson-Holubec, 1993). Metakognitiewe steiers behoort ontwikkel te word ten einde groepwerk te fasiliteer. 'Steiers' behels onder meer aspekte soos die fasilitering van kennis oor die leerproses en -strategieë (Hartman, 2001), die implementering van selfrefleksie op hul eie leer deur 'n groepjoernaal by te hou (Blakey & Spence, 1990) en die skep van 'n ondersteunende sosiale omgewing waarbinne leerders hul metakognitiewe strategieë kan oefen en evalueer (Gourgey, 2001).

Koöperatiewe leer sluit sterk aan by die konstruktivistiese sienings van Wiskunde-leer, naamlik dat dié uitbreiding van en die lê van verbande tussen bestaande en nuwe kennis, asook tussen onthou en verstaan, verbeter (Wittrock, 1986) wanneer leerders wat in groepe werk gereeld vir mekaar verduidelik. Mevarech en Light (1992) beweer dat leerders wat nie dieselfde vlak van vaardigheid rakende taakbemeestering bereik het nie, by uitstek tydens saamwerk in groepverband vaardighede soos toepaslike beredenering van Wiskunde-probleme en die te bowe kom van struikelblokke behoort aan te leer en dat hierdie vaardighede op hul beurt leer fasiliteer. Dit is moontlik dat die waarneming van ander leerders in groepverband waar probleme opgelos word, minder vaardige leerders mag help om daardie kognitiewe funksies wat hulle nog nie toereikend bemeester het nie, maar steeds besig is om te bemeester of wat (in die taal van Vygotsky) in hul sone van nabye ontwikkeling voorkom, te internaliseer (Vygotsky, 1978). Interaksie tussen leerders in die

Wiskunde-klas bevorder die verduideliking van strategieë en fasiliteer die verbalisering van wiskundige begrippe (die taal van Wiskunde). Wanneer leerders die taal van Wiskunde hul eie maak, word die uitvoer van ingewikkelde kognitiewe aktiwiteite (Schoenfeld, 1985) gefasiliteer. Hierdie siening word ook ondersteun deur Stein, Grover en Henningsen (1996) wat die waarde van kommunikasie in wiskundige beredenering en denke beklemtoon.

Die onderhawige navorsingstudie het ten doel om studie-oriëntasie in Wiskunde, wiskundige taalvaardigheid en Wiskunde-prestasie, te ondersoek. Wiskunde se vakinhoud het 'n bepaalde aard en struktuur wat medebepalend is vir die keuse van strategieë om leer te fasiliteer.

Maree (1997a) merk op dat die finale leerteorie vir die leer van Wiskunde nog lank nie bestaan (saamgestel is) nie en waarskynlik nooit daargestel sal word nie. Om leer en onderrig beter te verstaan, is dit nodig om op die ontwikkeling van leerteorieë te fokus.

Uitkomsgerigte onderwys is 'n belangrike aspek van Kurrikulum 2005 en klaarblyklik gerig op die aktivering van die intellek van leerders om optimaal te presteer en om toegerus te word vir lewenslange leer (Department of Education, 1995). Hierdie benadering impliseer direk en indirek die fasilitering en implementering van metakognitiewe strategieë en vaardighede. Die raamwerk vir die nuwe onderwysstelsel in Suid-Afrika, wat uitkomsgerigte onderwys beklemtoon, word dus vervolgens bespreek (Department of Education, 1995).

2.1.6 Uitkomsgerigte onderwys

Uitkomsgerigte onderwys behoort volgens Killen (2005) beskou te word as 'n kombinasie van 'n teorie oor en 'n sistemiese struktuur vir onderwys en klaskamerpraktyk (Killen, 2005). Spady (1994) is weer van mening dat uitkomsgerigte onderwys gesien behoort te word as 'n teorie wat 'n stel aannames oor onderrig (onderrig) en leer, en sistemiese strukture waarbinne onderrig (onderrig) en leer plaasvind, huldig. Spady (1994:1) sê die volgende rakende uitkomsgerigte onderwys:

> *... [OBE] means clearly focusing and organizing everything in an educational system around what is essential for all students to be able to do successfully at the end of their learning experiences. This means starting with a clear picture of what is important for students to be able to do, then organizing the curriculum, instruction, and assessment to make sure this learning ultimately happens.*

Spady (1994) onderskei tussen die volgende vier moontlike beginsels waarop uitkomsgerigte onderwys berus, naamlik:

(1) die leerfasiliteerder fokus op dit wat leerders behoort te weet, verstaan en suksesvol kan uitvoer

(2) die beginpunt van alle skoolkurrikula-ontwerpe is dit wat leerders behoort te bereik aan die einde van hul formele skoolopleiding

(3) onderwysers het hoë verwagtinge van en stel hoë standaarde vir alle leerders

(4) intellektuele kwaliteit behoort nie net aan 'n paar leerders nie, maar uitgebreide geleenthede word vir alle leerders voorsien omdat nie alle leerders op dieselfde manier leer nie.

Killen (*s.a.*) meen dat outentieke leer eers plaasgevind het, wanneer bewys gelewer word dat leerders werklik geleer het. Die uitkomsgerigte benadering tot onderwys waarna Killen (*s.a.*) verwys, neem die volgende in ag: (i) onderrig fokus op **leer** eerder as op onderrig, (ii) leerders kan nie leer as hulle nie **dink** nie, (iii) denke word gefasiliteer en aangemoedig deur die **proses** wat geïmplementeer word om leerders **by die inhoud** te betrek, (iv) 'n leerarea bestaan nie in isolasie nie, maar leerders behoort leiding te ontvang om **verbande** met ander leerareas te maak en (v) onderwysers behoort die verantwoordelikheid te neem om leerders te **leer hoe om te leer**.

Vervolgens word enkele definisies van *Wiskunde* weergegee, die uitkomste vir onderrig en leer van Wiskunde wat deur die Nasionale Kurrikulum-verklaring graadR-9 (Skole) (Departement van Onderwys, 2002) daargestel word, word aangehaal en 'n kritiese vergelyking tussen probleemoplossingsbenadering (POB), probleemgesentreerde benadering (PSG) en probleemgerigte benadering (PBG) tot Wiskunde-onderrig en Wiskunde-leer, word getref.

2.2 Wiskunde

Verskeie definisies is al vir die term *Wiskunde* aangebied. Sommige van hierdie definisies word nou in tabelvorm gegee.

Tabel 2.3 Definisies van Wiskunde

Outeur(s)	Definisie en bespreking van Wiskunde
Terblanche en Odendaal, (1966:132)	Die wetenskap wat met groothede en uitgebreidhede as selfstandige gegewens besig is; meetkunde en algebra, matesis; matematika.
Kritzinger, Labuschagne en Pienaar, (1972:1257)	'n Wetenskap wat die eienskappe en wetmatighede van getalle, ruimte en figure ondersoek; matesis, matematika.
Gove, (1976:1393)	'n Wetenskap wat met die verhoudings en simbolisme van nommers en groottes handel en wat kwantitatiewe bewerkings, sowel as die oplossing van kwantitatiewe probleme insluit.
Howson, (1991:5)	'n Abstrakte struktuur wat skynbaar wonderbaarlike onderlinge verbande toon. Ook 'n versameling van interessante en potensieel bruikbare metodes en resultate. 'n Aktiwiteit wat op die deelnemer se vermoë om te veronderstel, te bewys, te veralgemeen, te modelleer, toe te pas en te definieer, staat maak.
Schoenfeld, (1994:54)	Die wetenskap van patrone.
Lakoff (in English, 1997:3)	Die studie van die strukture wat mense gebruik om ervarings te verstaan en te beredeneer, strukture wat inherent aan prekonseptuele liggaamlike ervarings is en wat via metafore geabstraheer word.
Maree, (1997a:14)	Die etimologies-semantiese analise van die woord *Wiskunde* dui daarop dat die vak nie sonder harde werk, leer, ervaring, oefening, deeglike insig, 'n opregte begeerte om te wil leer, verantwoordelikheid, selfdissipline en volharding op 'n bykans daaglike basis, bemeester kan word nie.
NCREL (2005)	Soms stel mense Wiskunde gelyk aan rekenkunde ... Wiskunde is meer as berekenings. Wiskunde is 'n studie van patrone en verbande; 'n wetenskap en 'n manier van dink; 'n kuns, wat gekenmerk word deur orde en interne konsekwensie; 'n taal, wat noukeurig gedefinieerde terme en simbole gebruik; 'n instrument. Onderwysers wat saamwerk om Wiskunde-onderrig te verbeter, sal 'n breër omvang van Wiskunde moet ondersoek. Wiskunde behoort ervarings in te sluit wat leerders sal help om hul denke oor Wiskunde te verander en Wiskunde as 'n studie van patrone en verbande te definieer
Departement van Onderwys (2002:4)	Die Hersiene Nasionale Kurrikulum-verklaring definieer Wiskunde as *'n menslike aktiwiteit wat die volgende behels: waarneming, voorstelling en ondersoek van patrone en kwantitatiewe eienskappe in fisiese en sosiale verskynsels, asook tussen wiskundige voorwerpe self. Deur hierdie proses word nuwe wiskundige idees en insigte ontwikkel.* *Wiskunde gebruik 'n eie gespesialiseerde taal wat simbole en notasies behels om numeriese, meetkundige en grafiese verwantskappe te beskryf. Wiskundige idees en begrippe bou op mekaar om 'n samehangende struktuur te vorm.* *Wiskunde is 'n produk van ondersoek deur verskillende kulture – 'n doelgerigte aktiwiteit in die konteks van sosiale, politieke en ekonomiese doelstellings en beperkings.*

Vir die doel van hierdie studie sal die definisie van die Hersiene Nasionale Kurrikulum-verklaring (Departement van Onderwys, 2002) gebruik word.

Vervolgens word 'n kritiese vergelyking tussen probleemoplossingsbenadering (POB), probleemgesentreerde benadering (PSG) en probleemgerigte benadering (PBG) tot Wiskunde-onderrig en -leer, getref.

(a) Probleemoplossingsbenadering (POB)

Die probleemoplossingsbenadering (POB) word beskou as die oorkoepelende sambreelterm vir ander benaderings. (Kyk 1.6.2).

(b) Probleemgesentreerde benadering (PSG)

Vanuit die probleemgesentreerde benadering (die vernaamste vanuit 'n een-en-twintigste eeuse, Suid-Afrikaanse perspektief) beskou, fokus onderrig in Wiskunde op leerders wat saamwerk en leerstrategieë wat met hierdie proses verband hou. Begeleide ontwerpe (*guided design*), gevalstudies en simulasies is enkele voorbeelde van leergeleenthede waartydens probleemgesentreerde onderrig in Wiskunde plaasvind. Wanneer leerders in groepverband betrokke raak by die analisering en oplossing van komplekse probleme word probleemoplossingsvaardighede, die vermoë om komplekse verbande te verstaan en die vaardigheid om in onbekende/onseker situasies besluite te neem, verwerf.

Begeleide ontwerpe verteenwoordig 'n gestruktureerde benadering tot probleemoplossing waar leerders in groepverband werk, besluite in opeenvolgende stappe neem en by elke stap volledig verslag oor die besluitneming lewer (Borchardt, 1984). 'n Gevalstudie dui op 'n probleem uit die werklike lewe waartydens van leerders vereis word om die probleem te analiseer en besluite te neem (Christensen & Hansen, 1987). Tydens simulasies word komplekse gestruktureerde voorbeelde uit die werklike lewe geneem en word van leerders verwag om die rolle van die betrokkenes in die simulasie vertolk ten einde **hul** perspektiewe te beleef en simulasies op te volg met 'n bespreking waarin gereflekteer word op sowel die probleem as die oplossing daarvan (Abt, 1987).

Wanneer onderwysers leerders by die soeke na 'n oplossings vir Wiskunde-probleme betrek deur onder meer hul denke uit te daag en hulle op die wiskundige aspekte van probleme in 'n bepaalde omgewing te laat fokus, en waar alle leerders bemagtig voel om Wiskunde te doen, slaag hulle daarin om Wiskundeleer doeltreffend vanuit die probleemgesentreerde benadering te fasiliteer (Lappan, 1998).

(c) Probleemgerigte benadering (PBG)

Die probleemgerigte benadering verteenwoordig 'n faset van die probleemgesentreerde benadering en word uitgeken aan die stel van doelbewus vaag gedefinieerde probleme in 'n spesifieke konteks. Hierdie probleme motiveer leerders om eienaarskap van die leerproses te aanvaar (Greening, 1998). Kennis wat verwerf word rakende die situasie/konteks waarin dit (in groepverband of individueel) benodig (gaan) word, fasiliteer die verstandsaktiwiteite "herroep" en "oordrag". Refleksie ('n sleutelaspek van metakognisie) word terselfdertyd gefasiliteer; iets wat die waarde van die onderhandelde/ooreengekome betekenisse beklemtoon. Wiskunde-probleme wat in hierdie kontekste gestel word, het nie enkele korrekte, voor die hand liggende oplossings nie. Dit is verder noodsaaklik dat leerders aktief na meer nuwe inligting moet soek ten einde moontlike oplossings te vind (Roh, 2003). Leerders interpreteer dus probleme, versamel nuwe inligting, identifiseer moontlike oplossings, evalueer moontlikhede en stel hul eie gevolgtrekkings en moontlike oplossings voor. Volgens Savoie en Hughes (1994) rig (*direct*) leerders hul eie soeke na die oplossing deur dinkskrums met ander groeplede te hou, verskeie hulpbronne te raadpleeg, moontlike alternatiewe oplossings te bespreek, te toets en af te sluit deur te reflekteer op dit wat hulle uit die ervaring geleer het.

Probleemgerigte leer word samevattend as 'n benadering/strategie beskou waar die leer van Wiskunde rondom probleemoplossingsaktiwiteite gesentreer word. Leerders word die geleentheid gebied om meer krities te dink, hul eie kreatiewe idees voor te stel en wiskundig met die portuurgroep te kommunikeer (Hiebert, Carpenter, Fennema, Fuson, Human, Murray, Olivier & Wearne, 1997). Aangesien die *probleemgerigte* benadering meer proses- as produkgerig is, behoort die belangrikste rol van onderwysers wat hierdie benadering implementeer, te wees om leerders bewus te maak van hul eie leerproses. Onderwysers moet metakognitiewe vrae stel ten einde leerders te leer om toepaslik oor hul eie leer te reflekteer. Gallow (*s.a.*) som die vernaamste eienskappe van probleemgerigte leer soos volg op:

- Dit is leerdergerig en inkorporeer werklike ervarings. Outentieke relevante opdragte in 'n spesifieke konteks behoort te vereis dat verskeie bronne geraadpleeg word.
- Dit is induktief. Algemene inhoude behoort deur die oplossing van probleme in spesifieke, betekenisvolle kontekste bekend gestel te word.
- Dit bou op vorige leer. Die relevansie van die probleem vir leerders behoort te vereis dat vorige kennis opgeroep word om te fokus op aannames wat getoets word.

- Dit is konteksgebonde. Probleme wat in die werklike lewe uitdagings bied, blyk toereikender (*deeper*) leer te fasiliteer.

- Komplekse probleme stel die eis dat metakognisie geïmplementeer word. Wiskunde-probleme waarvoor daar nie eenvoudige, voor die hand liggende oplossings bestaan nie, stel die eis van analisering, evaluering en die skep van nuwe kennis.

- Probleembelewing lei tot kognitiewe konflik. Die oplossing van 'n spesifieke probleem lei tot 'n nuwe probleem aangesien vorige en nuwe inligting dikwels as teenstrydig ervaar word.

- Leerders werk interafhanklik met lede van die groep. Individuele leerders maak tydens die bespreking van 'n taak/probleem kennis met 'n verskeidenheid probleemoplossingstrategieë, benut terselfdertyd ander lede se kollektiewe vorige kennisbesit en neem verantwoordelikheid vir sowel hul eie en groeplede se leer.

2.3 Studie-oriëntasie in Wiskunde

Studie-oriëntasie in Wiskunde en die aanleer van Wiskunde leerarea-inhoude hou verband met mekaar (Maree *et al.*, 2005). Daarom noem en bespreek ek vervolgens kortliks enkele aspekte van leer ten einde 'n moontlike leermodel daar te stel aan die hand waarvan ek die moontlike bydrae van ander faktore behandel. Benewens kognitiewe faktore tot leer, word affektiewe, konatiewe en linguistiese faktore ook bespreek.

2.3.1 Fokus op enkele aspekte van leer

2.3.1.1 Van onderrig tot leer

Wêreldwyd is 'n verskuiwing besig om plaas te vind met onderwysinstellings wat algaande verander van plekke waaar 'onderrig voorsien' word tot plekke waar 'leer gefasiliteer' word (Barr & Tagg, 1995). Hierdie paradigmaskuif is dus een van *instructivism* (instruktivisme) na *constructivism*. (konstruktivisme).

Maree (2005: 13) verwys soos volg na hierdie paradigmaskuif:

> *Die fokus is wel op die ontwikkeling van kritiese denkvermoë, maar basiese kennis en vaardighede is steeds onontbeerlik.*

Maree sê verder (2005: 13):

> *Leerders word bemagtig (empower) om self verantwoordelikheid te neem vir hulle doen en late. Leerders wat lewenslank self aktief sal leer, word in die vooruitsig gestel.*

2.3.1.2 Denke en leer

Die vermoë om krities te dink is onontbeerlik vir die individu wat in die huidige vinnig veranderende wêreld leef en wat daagliks keuses moet maak en evaluerings en uitsprake moet lewer oor aspekte soos (i) inligting wat die mens bekom, glo en gebruik; (ii) planne wat gemaak word; en (iii) stappe wat gedoen moet word ten einde aan te pas en te oorleef (Howe & Warren, 1989).

Jonassen (1981) is van mening dat leer deur denke (verstandsprosesse) bewerkstellig word. Denke word op hul beurt deur leeraktiwiteite geaktiveer, terwyl leeraktiwiteite op hul beurt deur die ingryping van leerfasilitering (onderrig) geaktiveer word. Om hierdie rede, glo Jonassen, is dit belangrik dat leeraktiwiteite noukeurig beplan word aan die hand waarvan leerders geleer kan word hoe om meer doelmatig en effektief te dink.

Om die samehang en omvang van die verskillende soorte denke te verstaan, word definisies van sommige tipe denke nou weergegee.

(a) Kritiese denke

Kritiese denke beteken onder meer dat 'n ingeligte opinie van 'n situasie gegee kan word. 'n Opinie word geldig wanneer dit deur geloofwaardige feite en logiese denke ondersteun word (Forsten, 1992). Ennis (1987) definieer *kritiese denke* as die prosesse en vaardighede wat betrokke is by die rasionele besluitneming oor wat om te doen of wat om te glo.

Opvoedkundige navorsers soos Costa (1985) en Keating (1988) sluit vier elemente by hul definisie van *kritiese denke* in: (i) kennis van die vak/dissipline; (ii) **proseduurmatige kennis** (kennis van denkvaardighede); (iii) vermoë om denkvaardighede te monitor, te gebruik en te kontroleer (**metakognisie**); en (iv) 'n **houding** om denkvaardighede en -kennis **(konatiewe of wilshandelinge)** te implementeer.

Winocut (in Costa, 1985) lys drie kategorieë aan die hand waarvan *kritiese denke* gedefinieer kan word:

(1) bevoegdheidsvaardighede (wat waarneming, vergelyk en kontrasteer, groepering, kategorisering/klassifisering, ordening, patrone vind, asook prioritisering insluit)

(2) prosesse (vaardighede wat verband hou met die analisering van vrae, feite/opinies, relevansie van inligting en betroubaarheid van inligting; dit sluit verder vaardighede in wat nodig is om afleidings te maak, te verstaan,

oorsaak/gevolg, voorspellings te maak, analisering van aannames en identifisering van sienings)

(3) optredes (hierdie faset sluit logiese denke, kreatiewe denke, asook probleemoplossingsvaardighede in).

(b) Kreatiewe denke

Kreatiewe denke word onder meer gefasiliteer deur oop vrae aan leerders te stel. Dit moedig leerders onder meer aan om moontlike alternatiewe oplossings vir probleme te oorweeg. Leerders begin deur ander oë na die wêreld om hulle te kyk en te leer om 'n verskeidenheid menings oor 'n saak te ontwikkel en te aanvaar. Dinkskrums en vindingrykheid kan onder meer help om kreatiewe denke te bevorder (Forsten, 1992).

Kreatiewe denke word deur Cotton (1991) gedefinieer as bestaande uit (i) 'n vaardigheid (genereer baie idees); (ii) buigsaamheid (verskuif die perspektief maklik); (iii) oorspronklikheid (dink gedurig nuwe idees uit); en (iv) uitbreiding (bou op ander/vorige idees).

(c) Analitiese en ondersoekende denke

Analitiese en ondersoekende denke is denke wat gebruik word wanneer probleemoplossers 'n probleem ondersoek om vas te stel hoe om dit op te los. Beskikbare inligting word gebruik om 'n logiese afleiding te maak. Wiskundige denke word hierby ingesluit. Analogieë, aktiwiteite wat afleidings vereis en woordspeletjies is voorbeelde van hoe leerders moontlik kan leer om te analiseer (Forsten, 1992).

(d) Metakognisie

Metakognisie[6] verwys na sekondêre kognisies: denke oor die denke, kennis oor kennis of refleksies oor aktiwiteite (Papaleontiou-Louca, 2003). Waar kognisie aktiwiteite soos waarneming, verstaan of onthou insluit, sluit metakognisie denke oor waarneming, verstaan of onthou in. Metakognisie is die proses van beplanning, assessering en monitering van die individu se eie denke; die *pinnacle* of hoogtepunt van alle verstandelike funksionering (Cotton, 1991). Metakognisie is die 'uitvoerende bestuurder' wat besluite neem oor die intellektuele werk wat die kognitiewe vaardighede moet uitvoer (Hartman, 2001).

(e) Reflektiewe denke

---

[6] Kyk: 2.4 waar die begrip *metakognisie* verder toegelig word.

Reflektiewe[7] denke word gesien as 'n kragtige skakel tussen metakognitiewe aktiwiteite (metakognitiewe kennis) en optrede/aksies (selfregulerende gedrag). Reflektiewe denke verskaf inligting rakende die moontlike uitkoms en effektiwiteit van geselekteerde strategieë (Ertmer & Newby, 1996).

Verskillende soorte reflektiewe denke oorvleuel, opereer interaktief en vorm die basis van leer.

Baird (1991) stel 'n leermodel voor waarin verskillende faktore wat leer beïnvloed, uitgestippel word. E verduidelik kortliks wat hy met hierdie model bedoel.

2.3.1.3 Die daarstelling van 'n moontlike leermodel

Baird (1998) beskou *leer* as 'n integrasie van **kognisie (denke), affek (gevoelens) en konatiewe aspekte (wilstrewe en wilshandelinge)** en beskryf die leerproses soos volg:

(1) Onkunde. Onkunde speel volgens Baird (1991) 'n besondere rol by leer: dit is 'n onontbeerlike voorvereiste vir leer, asook 'n eienskap van alle leer. Dit is egter belangrik dat die leerder **bewus** moet wees dat hy/sy nie weet of nie kan doen nie. Die leerder moet dus **die metakognitiewe bewussyn** hê dat hy/sy nie weet of nie kan doen nie. Dit is weer 'n voorvereiste vir metakognitiewe kontrole oor sy/haar leer. Die leerder mag ook **teensinnig** wees om hierdie onkunde na verstaan toe om te skakel – 'n onwilligheid wat **affektiewe** eerder as kognitiewe oorsake kan hê. As die leerder egter onbewus daarvan is dat hy/sy nie weet of nie kan doen nie, kan dit wees weens **onakkurate assessering** deur die leerder van sy/ haar eie weet of selfs 'n tekort aan motivering.

(2) **Persepsies, motivering, houdings en emosies**. Hierdie konstrukte beklemtoon die belangrikheid van kognitiewe persepsies vir die res van die leerproses wat hierop volg. Hierdie persepsies kan akkuraat of onakkuraat wees.

(3) **Uitdaging**. Die leerder word deur die aard van die persepsies **(denke)** en verwante **affektiewe** elemente (belangstelling en motivering) uitgedaag, al dan nie, om die leertaak aan te pak of af te handel (**wilshandelinge**).

---

[7] Kyk 2.4.11 (5) waar *refleksie* as integrerende deel van metakognisie verder toegelig word.

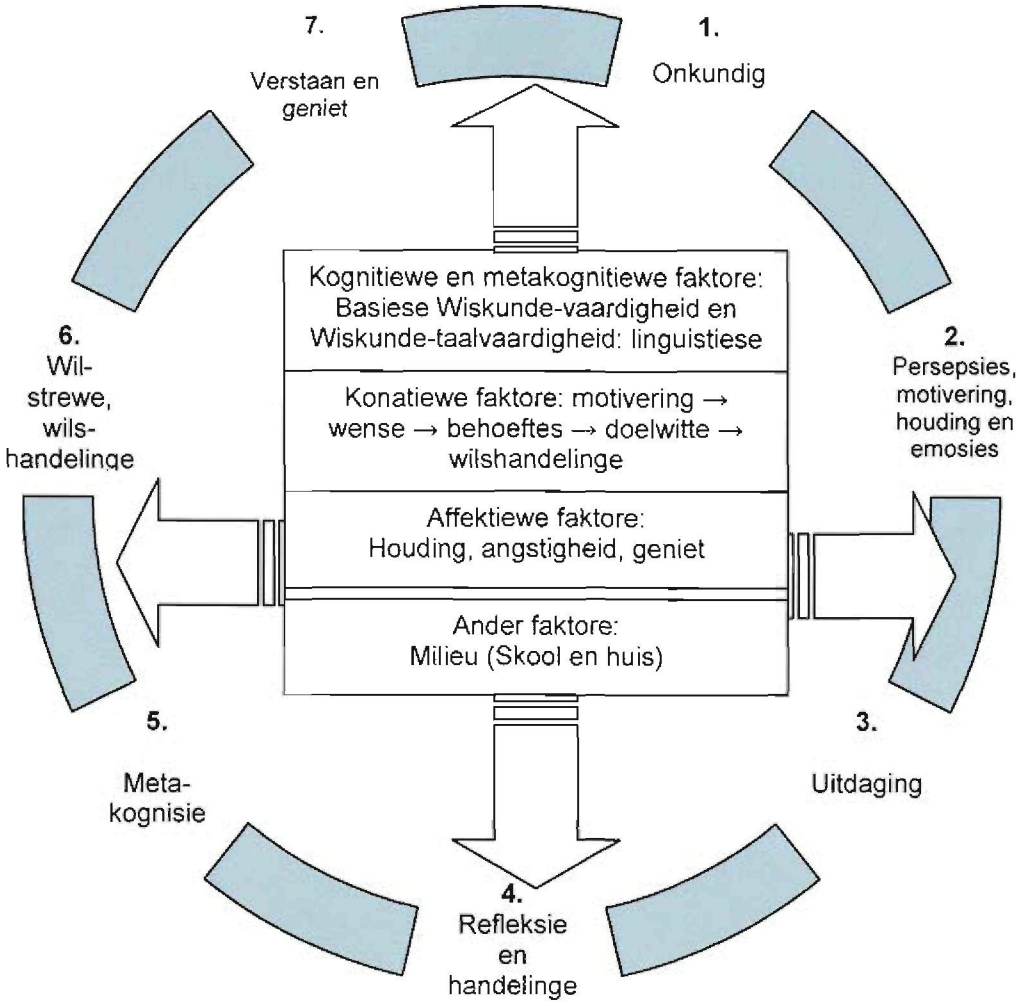
(4) **Refleksie en handeling**. Wanneer die leerder die ervaring beleef dat hy/sy positief uitgedaag word, sal hy/sy betrokke raak by aktiewe **refleksie** om gepaste **leerdoelwitte** te stel en optrede te selekteer om te poog om hierdie doelwitte te **bereik**.

(5) **Metakognisie**. Baird definieer metakognisie as bestaande uit drie komponente (i) metakognitiewe kennis (kennis van die aard van leer, effektiewe leertegnieke en persoonlike leereienskappe); (ii) metakognitiewe bewussyn (van die aard van die taak en vordering met die taak – veral dat die leerder weet wat hy/sy doen en waarom hy/sy dit doen); en (iii) metakognitiewe kontrole (die neem van produktiewe besluite oor die benadering van, vordering met en uitkomste van die leertaak) (Baird, 1991).

(6) **Gewilligheid**. Gewilligheid dui aan dat die leerder duidelikheid verkry het **oor die uitvoer van die taak** en daarom sal die leerder **ywer, deursettingsvermoë en kreatiwiteit** openbaar (Corno, 1989). **Gewilligheid en metakognisie** word albei gesien as uitvoerende kontrolemeganismes. Die **gewilligheidskontrole** (meta-emosioneel en metamotiveringskontrole) voorsien die nodige **affektiewe fokus** om die **kognitiewe fokus** van die **metakognitiewe kontrole** te komplementeer.

(7) Die uitkoms van leer sluit **verstaan** en 'n **tevrede gevoel** (affek) in.

Vervolgens word die bogenoemde leermodel, soos Baird (1991) dit opsom, aangepas en skematies voorgestel.



Figuur 2.7 Skematiese voorstelling van 'n moontlike leermodel

Bron: Aangepas uit Baird (1991)

Samevattend wil ek leer as 'n komplekse proses beskryf. Navorsers ondersoek hierdie verskynsel ten einde dit beter te probeer verstaan en te definieer met die doel om leer, waar moontlik, te optimaliseer. 'n Finale definisie is nog nie vir die leerproses geformuleer nie en sal waarskynlik nooit geformuleer word nie. Ek, as opvoedkundige navorser, aanvaar die leer-model wat Baird (1991) daarstel vir die doel van my studie, aangesien sy model nie net voorsiening maak vir kognitiewe en metakognitiewe prosesse nie, maar ook vir affektiewe en konatiewe faktore wat die effektiwiteit van leer beïnvloed. Ek voeg egter die invloed van die leerder se milieu – in die klaskamer en tuis – by as nog 'n moontlike faktor wat leer kan inhibeer of aanmoedig.

2.3.1.4 Verstaan van die begrip *leer*

Die volgende aspekte werp meer lig op die verstaan van *leer* (Bransford *et al.*, 2003):

- die geheue en die struktuur van kennis
- probleemoplossing en denke (redenasievermoë)
- die vroeë grondslae van leer
- die reguleringsprosesse wat leer bestuur, insluitend metakognisie
- hoe simboliese denke te voorskyn kom uit die **kultuur en gemeenskap** van die leerder.

Leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde word regstreeks behandel in die Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van Onderwys, 2002) en sal ter wille van volledigheid vervolgens aangehaal word.

2.3.2 Studie-oriëntasie en die uitkomste vir onderrig en aanleer van Wiskunde

Die uitkomste vir die onderrig-leer van Wiskunde wat deur die Nasionale Kurrikulumverklaring graadR-9 (Skole) (Departement van Onderwys, 2002) daargestel word en wat hierby ingesluit behoort te word, word vervolgens aangehaal:

> *Die onderrig en leer van Wiskunde is daarop gerig om die volgende in die leerder te ontwikkel:*
>
> - *'n kritiese bewustheid van hoe wiskundige verwantskappe in **sosiale, omgewings-kulturele** en **ekonomiese** verband gebruik word;*
> - *die nodige **selfvertroue en bevoegdheid** om enige wiskundige situasie te hanteer sonder om deur 'n **vrees** vir Wiskunde belemmer te word;*
> - *'n **waardering** vir die skoonheid en elegansie van Wiskunde;*
> - *'n gees van **weetgierigheid;***
> - *'n **liefde** vir Wiskunde.*

Hierbenewens kan die onderrig en leer van Wiskunde die leerder in staat stel om die volgende te doen:

- *ontwikkel 'n bewustheid van die uiteenlopende* ***historiese, kulturele en sosiale*** *toepassing van Wiskunde;*
- *erken dat Wiskunde 'n kreatiewe deel* ***van menslike aktiwiteit*** *is;*
- *ontwikkel diepgaande* ***konseptuele begrippe*** *ten einde Wiskunde te* ***verstaan;***
- *verwerf die* ***spesifieke kennis en vaardighede*** *wat nodig is vir:*

die toepassing van Wiskunde op ***fisiese, sosiale en wiskundige probleme;***

die studie van verwante materiaal (bv. ander leerareas),

verdere studie in Wiskunde (Departement van Onderwys, 2002: 4-5).

Uit voorgenoemde blyk dit duidelik dat die Nasionale Kurrikulumverklaring graadR-9 (Skole) (Departement van Onderwys, 2002) baie spesifiek 'ander' faktore buiten kognitiewe faktore, wat leer beïnvloed, beklemtoon. Dit is juis hierdie 'ander' faktore wat die definisie van *studie-oriëntasie in Wiskunde* fasiliteer.

Daar sal vervolgens gepoog word om die begrip *studie-oriëntasie* te definieer.

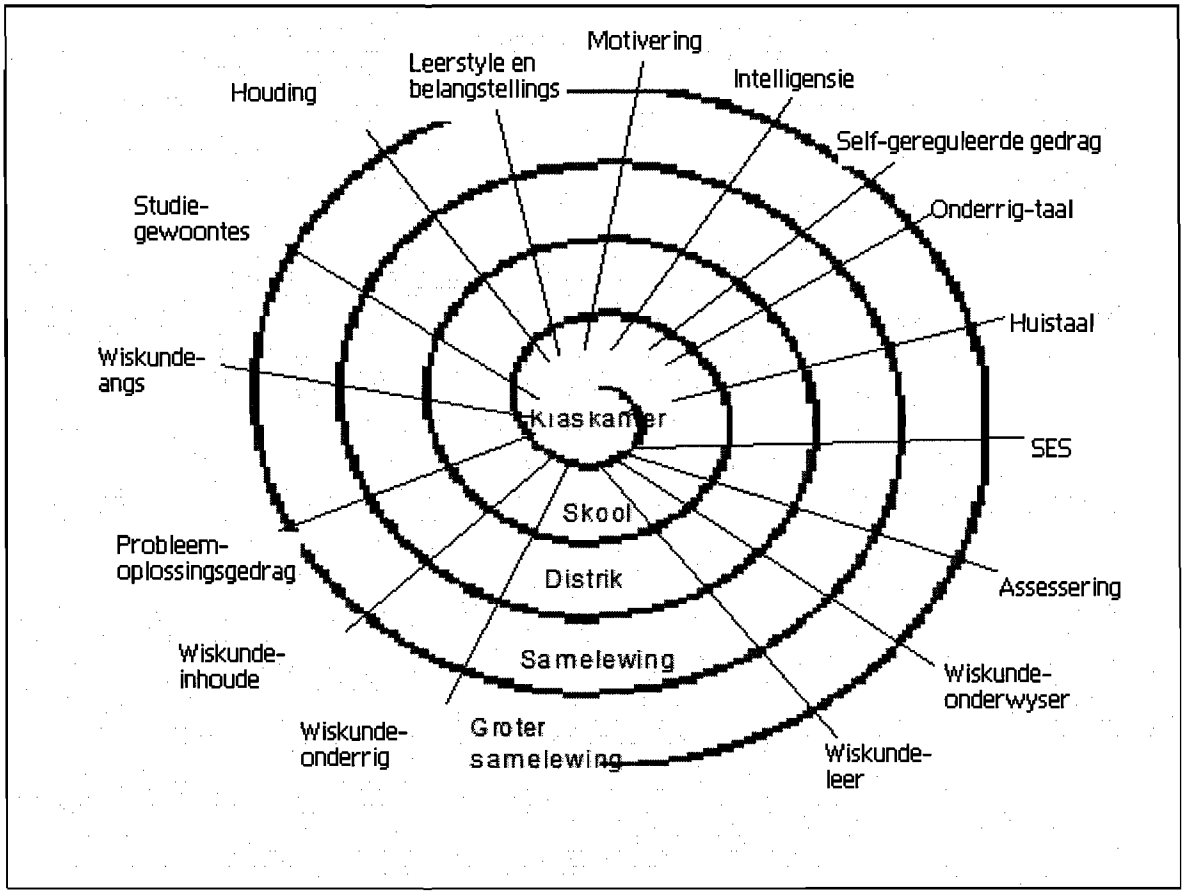
2.3.2.1 Faktore wat Wiskunde-prestasie beïnvloed

Wanneer 'n leerder misluk om 'n Wiskunde-probleem op te los as hy/sy oor die noodsaaklike kennis beskik, spruit mislukking dikwels voort uit die teenwoordigheid van inhiberende **nie-kognitiewe en metakognitiewe faktore – affek en houding, oortuigings, kontrole en kontekstuele faktore** – wat die toepaslike implementering van hierdie kennis verhinder (Lester *et al.*, 1994). Wiskunde is immers, volgens Freudenthal (1980), heelwat meer as enige ander vak, besonder kwesbaar vir swak onderwys.

> *Wiskunde-prestasie*[8] *verskil aansienlik ten opsigte van 'n aantal faktore wat kenmerkend is van die tradisionele benadering tot die onderrig en aanleer van Wiskunde. Een sodanige faktor is studie-oriëntasie wat die volgende insluit: 'n neiging om minder huiswerk te doen, gebrek aan motivering, negatiewe gesindheid teenoor die studie van Wiskunde, ontoereikende probleemoplossingsvaardighede in Wiskunde en swak inligtingsprosseseringsvaardighede ... Toereikende studie-oriëntasie in Wiskunde (wat gegrond is op 'n probleemgesentreerde benadering tot die onderrig in en aanleer van Wiskunde) is 'n beduidende faktor in die bepaling van sukses op skool en universiteitsvlak (*Maree & Crafford, 2005).

[8] Kyk 1.9.3 tot 1.9.8 vir 'n vollediger beskrywing van die begrip *studie-oriëntasie*.

Leerders se sterk-, maar ook swakpunte in Wiskunde behoort deurlopend geëvalueer te word. Evaluering in Wiskunde behoort op vier terreine plaas te vind, te wete die affektiewe, die kognitiewe, linguistiese en die konatiewe terrein. Maree (1994) meen dat die klem te dikwels slegs op die evaluering van die kognitiewe terrein val, sonder om faktore soos die betekenis van 'n stabiele affek en individuele oorsake vir foute en onderprestasie in Wiskunde behoorlik te verreken. Maree (1994) meen verder dat onderwysers om 'n verskeidenheid van redes moontlik nie altyd moeite doen om redes vir leerders se probleme en onderprestasie in Wiskunde te soek nie.



Figuur 2.8 'n Skematiese voorstelling van enkele faktore[9] wat leer in Wiskunde beïnvloed

Bron: Navorser

[9] SES in die diagram beteken *sosio-ekonomiese status*

Met Figuur 2.8 poog ek om enkele van die faktore wat effektiewe onderrig in en aanleer van Wiskunde beïnvloed, skematies voor te stel. Die spiraal dui enkele faktore aan wat (fisies) relatief ver van die klaskamer af is (bv. ekonomie, politiek, kurrikulum-ontwerp), asook enkele faktore wat die onderwyser en leerder alreeds buite die klaskamer verwerf het en wat tot in die Wiskunde-klaskamer invloed uitoefen, soos kennis van Wiskunde en houding teenoor Wiskunde. Enkele van die faktore wat in die klaskamer teenwoordig is, word deur lyne aangedui. Verdere kennis van, vaardigheid in en houding teenoor Wiskunde behoort in die klaskamer gefasiliteer en ontwikkel te word, aangesien die invloed daarvan weer uitkring na die groter samelewing.

2.3.2.2 Die rol van leerders se studie-oriëntasie in hul Wiskunde-prestasie

> *Etlike navorsers het reeds aangetoon dat daar 'n statisties betekenisvolle verband bestaan tussen aspekte van studie-oriëntasie in Wiskunde, insluitende angs, motivering, houdings jeens Wiskunde, die gebruik van effektiewe (metakognitiewe) leerstrategieë in Wiskunde, effektiewe tydsbestuur, konsentrasie, die wil om in Wiskunde te presteer, ouerverwagting, asook die sosiale, fisieke en beleefde milieu van Wiskunde-leer, enersyds en Wiskunde-prestasie* andersyds (Cobb *et al.*, 1992; Reynolds & Wahlberg, 1992; Haynes, 2002; Maree & Crafford, 2005; Paras, 2001).

2.3.2.3 Die ontstaan van studie-oriëntasieprobleme in Wiskunde

Moontlike oorsake van studie-oriëntasieprobleme in Wiskunde kan volgens Denvir (1984) een van die volgende redes insluit:

(1) leerders is kultureel verwaarloos, hul taalvermoë is beperk en tuis ervaar hulle min aanmoediging en/of ondersteuning;

(2) leerders vind dit moeilik om verbande te snap;

(3) lae intelligensie;

(4) baie leerders het as jong kinders min geleentheid gehad om praktiese ervarings op te doen;

(5) die onderrig-tempo in die vroeë skooljare was te vinnig;

(6) onderwysers wat in die hoër grade Wiskunde onderrig, beskik oor beperkte en onvoldoende kennis rakende beginsels in en die ontwikkeling van die leerarea Wiskunde, en

(7) leerders ontwikkel obsessies oor die leerarea Wiskunde omdat hul pogings merendeels as verkeerd afgemaak word, iets wat dikwels tot gevolg het dat hulle afskakel of knoei.

Denvir (1984) beklemtoon verder dat daar waarskynlik nie met sekerheid gesê kan word wat elke leerder se spesifieke probleme is en wat die oorsaak daarvan is nie. Enkele algemene faktore – wat veroorsaak dat 'n leerder se probleme idiosinkraties en uniek manifesteer – sluit die volgende in (Denvir, 1984):

(1) fisieke, fisiologiese of sensoriese probleme

(2) emosionele of gedragsprobleme

(3) fisieke oorsake soos moegheid, dwelms, algemene gebrekkige gesondheid, onder-/wanvoeding

(4) houdingsprobleme: angstigheid, gebrekkige motivering

(5) ontoereikende onderrig

(6) wisseling van onderwysers (gebrek aan kontinuïteit)

(7) algemene onvermoë om konsepte te snap

(8) kulturele verskille, onderrigtaal wat nie die leerder se huistaal is nie

(9) verarmde huislike omstandighede (lae sosio-ekonomiese status)

(10) onvermoë om denke te verwoord

(11) swak leesvermoë

(12) gapings in leerproses en kennis (afwesigheid en/of wisseling van skole)

(13) lae ontwikkelingspeil

(14) lae selfbeeld, selfdoeltreffendheid en selfvertroue.

2.3.2.4 Klassifikasie en oorsig van enkele faktore wat leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde kan beïnvloed

In die onderhawige studie word faktore wat leer beïnvloed soos volg geklassifiseer:

Kognitiewe en metakognitiewe faktore (2.4);

Affektiewe faktore (2.5);

Konatiewe faktore (2.6); en

Kruiskulturele faktore, Wiskunde-prestasie en die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde (2.7).

In afdeling 2.4 gaan ek enkele aspekte van kognisie kortliks bespreek, waaronder enkele definisies van die term *kognisie*, die kognitiewe vaardighede waarna in die TIMMS 2003-navorsing (TIMMS, 2003b) verwys word, die rol van prosesse en konsepte in Wiskunde, die

potensiële rol wat taal, woordeskat, simbole en leesvermoë in Wiskunde-prestasie speel, asook die potensiële impak van die onderrig van Wiskunde deur medium van 'n tweede taal op Wiskunde-prestasie. Daarna gaan ek kortliks die sienings van enkele grondleggers van metakognisie vergelyk, enkele definisies vir *metakognisie* opweeg en elemente van metakognisie identifiseer. Ek sluit af met 'n kort omskrywing van wat ek beskou as die oorkoepelende doel van metakognisie in die onderrig van en leer in Wiskunde.

2.4 Kognitiewe en metakognitiewe faktore

Wanneer skoolwiskunde nagevors word, kan geen navorser uit die oog verloor dat toetsing en eksaminering in Wiskunde internasionaal (TIMMS, 2003e) hoofsaaklik op die kognitiewe terrein afgespits is nie (Maree, 1994).

Talle navorsers dui aan dat Suid-Afrikaanse leerders dikwels blyke gee van ontoereikende, oppervlakkige "papegaaikennis" van basiese begrippe; 'n verskynsel wat moontlik dui op 'n tekort aan of agterstand ten opsigte van daardie vlak van kennis- en vaardigheidsbesit wat doeltreffende leer en probleemoplossing in Wiskunde fasiliteer (Maree & De Boer, 2003; Maree & Steyn, 2001).

Die fokus val eerstens op enkele kognitiewe faktore.

2.4.1 Definisies van die begrip *kognisie*

Vervolgens word enkele definisies van die term *kognisie* weergegee ter wille van die verheldering van dié begrip.

Tabel 2.4 Definisies van die begrip *kognisie*

Outeur (s)	Definisie of beskrywing van die begrip *kognisie.*
Sci-Tech Encyclopedia (2007)	Kognisie is die interne strukture en prosesse wat betrokke is by die verwerwing en implementering van kennis en sluit in: sensasies, persepsies, aandag gee, leer, geheue, taal, denke en redenering en betrokkenheid. *Kognisie* kan breedweg as die interaksie tussen kennis-gedrewe- en sensoriese prosesse en tussen gekontroleerde en outomatiese prosesse verduidelik word.
van Oers (2000)	Kognisie verwys na al die psigologiese prosesse wat betrokke is by die vorming en onderhouding van 'n verhouding met die fisiese en kulturele wêreld, of die poging om die aard en die behoefte van hierdie toestand te verstaan.
Rowan University Center for Advancement of Learning, (2007)	Kognisie vorm die inligtingkontrolesentrum waar alle inkomende stimuli verwerk en waar denke en ervarings bewaar word.

Vir die doel van my studie aanvaar ek die definisie wat Huitt (1999) stel: Kognisie verwys na die proses om te leer, te ken, te verstaan, inligting te kodeer, te stoor, te verwerk en bestaande inligting op te roep.

2.4.2 Kognitiewe vaardighede wat volgens TIMSS 2003 vereis is

TIMSS (TIMSS, 2003b) het vereis dat leerders nie net bekend moes wees met Wiskunde-inhoude nie, maar ook oor die volgende meer algemene kognitiewe vaardighede moes beskik:

(1) kennis van feite, prosesse en konsepte

(2) vermoë om kennis, konsepte en prosesse toe te pas en

(3) vermoë om kennis, konsepte en prosesse te beredeneer.

Vervolgens word die wese van hierdie kognitiewe vaardighede vollediger in tabelvorm weergegee en verduidelik.

Tabel 2.5 Verduideliking van die kognitiewe kategorieë volgens TIMMS 2003

Kognitiewe kategorie	Kognitiewe handelinge	Verduideliking
Kennis van feite, prosesse (prosedures) en konsepte (naamlik dit wat die leerder nodig het om te weet/ken)	Herroep, herken, bereken, herwin inligting uit grafieke of tabelle, meet, weet/ken, klassifiseer en orden	Wanneer leerders nie geredelik toegang het tot 'n kennis/feitebasis in Wiskunde – wat hulle in staat stel om die taal en basiese feite, wyses waarop getalle, grafiese voorstellings en ruimtelike verwantskappe voorgestel word nie – word doelgerigte wiskundige denke bemoeilik. Kennis van feite sluit in: feitelike kennis wat die basis vir die taal van Wiskunde voorsien, asook die basiese wiskundige feite en eienskappe wat die basis van wiskundige denke uitmaak. Kennis van prosesse[10] in Wiskunde (naamlik die stappe/metode/prosedure wat gevolg word om die berekening of oplossing te verkry) vorm die brug tussen basiese kennis/feite en die implementering van Wiskunde om roetineprobleme maklik, akkuraat en doeltreffend op te los. Die kennis van konsepte in Wiskunde maak dit moontlik dat leerders verwantskappe tussen verskillende elemente van kennis van en in Wiskunde kan ontdek, sodat feite nie in isolasie onthou en verstaan word nie, maar dat vorige kennis uitgebrei kan word; geldigheid van stellings, metodes en oplossings bepaal kan word; en nuwe voorstellings ontwerp kan word.

[10] *'Kennis van prosesse of prosedures' beteken die metode of stappe wat gevolg word om 'n berekening of oplossing van 'n Wiskunde-som of -probleem, neer te skryf.*

Tabel 2.5 (vervolg) Verduideliking van die kognitiewe kategorieë volgens TIMMS 2003

Kognitiewe kategorie	Kognitiewe handelinge	Verduideliking
Toepassing van kennis en verstaan (fokus op die vermoë van die leerder om wat hy/sy weet, toe te pas om probleme mee op te los)	Kies, stel voor, maak 'n model, implementeer en los roetine probleme op	Voorstelling van wiskundige idees vorm die kern van denke en kommunikasie in Wiskunde en daarom is dit 'n basiese vereiste vir prestasie in Wiskunde. Wanneer van 'n leerder verwag word om sy/haar kennis en verstaan toe te pas, behoort die leerder bekend te wees met die tipe probleem, sodat 'n effektiewe en toepaslike berekening, metode of strategie gekies kan word om die probleem mee op te los, toepaslike ekwivalente voorstelling(s) gekies kan word, proses(se) uitgevoer kan word om 'n roetine-probleem mee op te los.
Beredenering (fokus op die oplos van probleme in onbekende situasies, komplekse kontekste, wat veelvoudige stappe vereis)	Analiseer, veralgemeen, integreer, verdedig oplossing, los nie-roetine probleme op	Beredenering in Wiskunde vereis logiese en sistematiese denke – insluitend intuïtiewe en induktiewe denke wat gegrond is op patrone en reëlmatighede. Leerders mag onbekend wees met dié nie-roetine probleem wat bepaalde kognitiewe vaardighede vereis rakende die kennis en vaardighede om dié bepaalde probleem mee op te los (bv. soos om waarnemings en afleidings te maak, om logiese afleidings op grond van bepaalde aannames en reëls te maak en om resultate te verduidelik en te verdedig); leerders mag oor dié vaardighede beskik, maar dit nog nie voorheen in hierdie ander konteks geïmplementeer het nie.

Bron: TIMMS (2003c)

2.4.3 Fokus in Wiskunde op kennis van konsepte en prosesse

Die aanleer van feite is noodsaaklik vir denke en die oplos van Wiskunde-probleme (Chase & Simon, 1973; Chi *et al.*, 1981). Bruikbare kennis word immers onderling verbind en rondom belangrike **konsepte in Wiskunde** georganiseer. Bepaalde kontekste – waar van toepassing – ondersteun boonop die handeling "verstaan" en die oordrag na ander kontekste (Bransford *et al.*, 2003). Leerders ken meer as die feite en daarom verstaan hulle byvoorbeeld waarom die kommutatiewe eienskap vir die optellingbewerking geld.

'n Belangrike, maar myns insiens verwaarloosde aspek van leer in Wiskunde, is die verskynsel dat leerders dikwels oor die nodige **kennis van prosesse** beskik om komplekse take uit te voer, maar dat hierdie kennis onaktief bly. 'n Tekort aan **kennis van kontekste en beginsels** wat vir die toepassing en oordrag van die kennis van prosesse benodig word, lei dikwels daartoe dat leerders nie weet wanneer om prosesse toe te pas of die situasie waartydens hierdie kennis van bepaalde **prosesse** toegepas kan word, nie herken nie (Hartman & Sternberg, 1992).

2.4.3.1 Kennis van prosesse en konsepte as aspekte van vyf interaktiewe versterkings in Wiskunde

Wanneer Kilpatrick en Swafford (2003) riglyne gee waarvolgens alle studente vaardigheid in Wiskunde kan verwerf, verwys hulle na die volgende **vyf interaktiewe versterkings** wat interaktief ontwikkel en waaraan aandag gegee behoort te word:

(1) Verstaan van Wiskunde-**konsepte**, bewerkings en verwantskappe

(2) Vlotheid om **prosesse** buigbaar, akkuraat, doeltreffend en toepaslik uit te voer

(3) **Strategiese bevoegdheid** om Wiskunde-probleme te formuleer, voor te stel en op te los – hierdie stap vereis kennis van beide **konsepte en prosesse**

(4) **Aanpasbare beredenering** wat logiese denke, refleksie, verduideliking en verdediging van oplossings insluit en

(5) **Produktiewe houding** teenoor Wiskunde, betrokkenheid by Wiskunde-aktiwiteite, die gewoonte om Wiskunde as sinvol, nuttig en betekenisvol te beskou en die oortuiging dat aandag, ywer en doeltreffendheid van die self belangrik is om Wiskunde te leer en daarin te presteer.

Vervolgens word gefokus op die onderskeid tussen die twee tipes primêre kennis in Wiskunde – waarna hierbo verwys is, te wete kennis van prosesse en kennis van konsepte.

2.4.3.2 Definisies van kennis van prosesse en kennis van konsepte

Enkele definisies van die kennis van prosesse en die kennis van konsepte word in tabelvorm – langs mekaar – weergegee.

Tabel 2.6 Definisies van die kennis van prosesse en konsepte

Outeur	Kennis van prosesse	Kennis van konsepte
Papert (1980)	Weet **hoe** om prosesse (prosedures), berekenings, strategieë uit te voer	Weet **dat:** feite; kennis van verwantskappe of voorstellings van konsepte
Hiebert en Wearne (1986)	Ryk aan algoritmes waarmee take afgehandel word, maar toon 'n tekort aan verwantskappe wanneer kennis van konsepte verwaarloos of weggelaat word	Ryk aan verwantskappe, maar toon 'n tekort aan algoritmes waarmee take afgehandel word wanneer kennis van prosesse verwaarloos of weggelaat word
Baroody en Ginsburg (1986)	Meganiese kennis, feitelike data, reëls en algoritmes	Betekenisvolle kennis wat implisiet of eksplisiet kan dui op kennis van konsepte of beginsels
Shimizu (1999)	Kennis van prosedures en bemeestering van berekenings	Kennis van verskeie onderlinge verwantskappe tussen konsepte wat betekenis aan Wiskunde-prosedures gee
Haapasalo en Kadijevich (2000)	-Dinamiese en suksesvolle implementering van bepaalde reëls en algoritmes in die relevante voorstellingsvorme -kennis van die doelwit asook kennis van die formaat en sintaks van die voorstelling wat dit uitdruk -kennis word vereis van die uitvoer van onbewustelike outomatiese stappe	-Kennis van en soeke na bepaalde konsep- of reëlnetwerke/beginsels (wat algoritmes of prosedures kan wees) en probleemoplossingstrategieë ('n oplossing van 'n probleem kan moontlik 'n nuwe reël of konsep bekend stel) -vereis kennis van bewustelike denke

Ek som my eie siening rakende kennis van prosesse en kennis van konsepte soos volg op:

Ek volstaan vir die doel van hierdie studie by die volgende opsomming van die begrippe *prosesse* en *konsepte*: Kennis van prosesse en kennis van konsepte kan in Wiskunde onderskei, maar nooit geskei word nie. Sommige aspekte van konsepverwerwing verskyn reeds tydens vroeë ontwikkeling voordat leerders die prosesse baasgeraak het, ander word verwerf deur leer en afleidings wat gemaak word uit prosesse terwyl kennis van prosesse én konsepte benodig word om doelwitte en gebeure in die wêreld te klassifiseer en te beskryf. Kennis van konsepte word benodig om gevolgtrekkings te maak, om probleme op te los en om betekenis aan prosesse te gee. Verwante konsepte word in die langtermyngeheue in assosiasie met mekaar gestoor.

Ter verduideliking onderskei ek vervolgens tussen bewerkings en berekenings: optelling, aftrekking en vermenigvuldiging is voorbeelde van bewerkings (konsepte) wat deurentyd dieselfde betekenis behou, terwyl die uitvoering/handeling/berekenings (prosesse) is wat deur verskillende leerders verskillend uitgevoer kan word (verskillende stappe word gevolg).

2.4.4 Kognitiewe prosesse wat in Wiskunde benodig word

Vanuit 'n kultuurhistoriese teorie (Vygotsky, 1978) kan *leer* verstaan word as 'n proses wat kwalitatiewe verbetering van menslike handelinge teweeg bring. Hierdie verbetering van menslike handelinge mag verskillend realiseer, soos dat bepaalde handelinge outomaties geword het, of dat verstaan verdiep het, of dat innoverende instrumente ontwerp is. Wanneer **kognisie** in Wiskunde (of enige ander vorm van simboliese leer) gevorm word, word twee grondliggende prosesse benodig:

(1) menslike handelinge word in betekenisvolle **simbole** vertaal en

(2) 'n **taalvermoë** waarmee temas uitgebrei kan word, ontwikkel (Van Oers, 2000, 2001).

Dit is belangrik dat wanneer bogenoemde kognitiewe prosesse in ag geneem word, stilgestaan sal word by die redes waarom leerders foute in Wiskunde maak en daarom sal ek vervolgens kortliks hierna verwys.

2.4.5 Foute wat leerders in Wiskunde maak

Maree (1994) beklemtoon dit dat die "argelose of selfs traak-my-nieagtige omgaan met foute as simptome van dieperliggende oorsake in" Wiskunde potensieel destruktief kan wees in

terme van Wiskunde-prestasie. Foute wat leerders in Wiskunde maak, kan volgens Maree (2005) die volgende insluit:

(1) Wiskunde-taal en Wiskunde-simbole wat leerders nie ken nie

(2) Beginsels en konsepte in Wiskunde wat leerders nie ken nie

(3) Prosesse in Wiskunde kan weens 'n tekort aan genoegsame inoefening nie akkuraat uitgevoer word nie

(4) Leerders gee nie voldoende aandag wanneer Wiskunde-probleme opgelos word nie en dit het agterlosige, onnodige foute tot gevolg

(5) Wiskunde-taal word slordig en Wiskunde-simbole verkeerd ingespan

(6) Leerders skryf Wiskunde-huiswerk – ook die foute – by maats af

(7) Leerders toon nie die fout(e) aan wanneer werk nie reg is nie, of merk die verkeerde werk reg: in albei gevalle skep dit probleme wanneer dié werk hersien word

(8) Onnodige foute word in berekenings gemaak en

(9) Slordigheid van die vraestel mag moontlik, wanneer leerders onder eksamen-/toetsspanning verkeer, veroorsaak dat dubbelsinnigheid of onduidelikheid leerders kniehalter.

2.4.5.1 Leerders se vrae

In 'n studie wat in nege Latyns-Amerikaanse lande deur Lorenzato (2007) onderneem is, het leerders die volgende vrae rakende Wiskunde gevra:

- Waarom word "0" nul genoem?
- Waarom beteken "*x*" vermenigvuldiging?
- Waarom beweeg die plek(waarde) een keer na links wanneer 23 x 21 bereken word? Of: Waarom word twee nulle neergeskryf wanneer 345 x 786 bereken word?
- Waarom word die eerste breuk vermenigvuldig met die inverse van die tweede breuk, wanneer deling met breuke gedoen word?

'n Logiese vraag wat hierop volg, is hoe onderwysers hierdie vrae van leerders opgelos/verduidelik het.

2.4.5.2 Onderwysers se verduidelikings

In Lorenzato (2007) se studie is bevind dat onderwysers se verduideliking van konsepte, verwantskappe en berekenings (prosesse) (naamlik die grondbeginsels van Wiskunde wat in die laerskool bekend gestel word) in algebra én meetkunde, totaal afwesig is of dat dit verkeerd onderrig word en dat onvoldoende, verkeerde of afwesige onderrig of verduideliking moontlik kan lei tot ernstige kognitiewe en affektiewe gevolge by leerders.

Vervolgens word daar vir 'n wyle by taal as kommunikasiemedium in Wiskunde-klaskamers en by die taal van Wiskunde stilgestaan.

2.4.6 Taalvaardigheid in Wiskunde

Kommunikasie is 'n primêre kognitiewe funksie van alle sosiale spesies en taal, wat 'n kombinasie van onder meer klanke en gesigsuitdrukkings is, en dit word as kommunikasiemedium deur mense gebruik.

2.4.6.1 Die taal van Wiskunde en die eise wat dit aan leerders stel

Daar word algemeen aanvaar dat taal 'n belangrike faset van denke en leer is en daarom van uiterste belang wanneer gekommunikeer word tydens die onderrig van en leer in Wiskunde (Setati, 2002a). Navorsers soos Morgan, Deese en Deese (1981) en Hughes (1989) bevind dit sinvol om na Wiskunde-taal te verwys en is van mening dat wanneer enige taal – insluitend Wiskunde-taal – aangeleer word, die leerders van die nuwe taal in 'n sosiale omgewing – soos die Wiskunde-klaskamer – daaraan blootgestel behoort te word. Die taal van Wiskunde is vir leerders 'n vreemde taal wat uitsluitlik op skool, behalwe vir die benoeming van telgetalle, aangeleer word.

2.4.6.2 Informele en formele Wiskunde-taal

Wiskunde beskik oor formele en informele Wiskunde-uitdrukkings (Usiskin, 1996) waar die informele Wiskunde-taal nie altyd direk en/of korrek inpas by die formele Wiskunde-taal nie. 'n Goeie voorbeeld hiervan is wanneer leerders gevra word om 'drie keer soveel beeste as skape' simbolies uit te druk. Wanneer die leerder die vergelyking 3B = S gee, beskryf dit die verspreiding van beeste en skape, maar in Wiskunde word die vraag gevra: 'kan 3 beeste gelyk aan 'n skaap wees'? (Kenny, Hancewicz, Heuer, Metsisto & Tuttle, 2005).

2.4.6.3 Die woordeskat van Wiskunde

Wiskunde-woordeskat sluit woorde met dubbelsinnige en dubbele betekenisse in (bv. area, volume, mag, produk, faktor, verwantskap). Dit is woorde wat kan lei tot gebrekkige en/of afwesigheid van kommunikasie en/of tot 'n onvermoë om te verstaan (Kenney *et al.,* 2005).

Enkele van hierdie Wiskunde-woorde/terme wat verwarrend mag wees, word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 2.7 Enkele woorde in Wiskunde-taal en/of huistaal, wat dubbelsinnig is of dubbele betekenisse kommunikeer

Woord/term/simbool	(i) Moontlike betekenis	(ii) Moontlike betekenis
4 x ⅓ of 4(⅓) vs. 4⅓	4 x ⅓ is 4 keer ⅓ oftewel 1⅓	4⅓ is 4 en ⅓ oftewel 4 + ⅓
'van' met verskillende betekenisse	Bereken die helfte van 12	Bereken die oppervlakte van die reghoek
'gedeel deur' en 'deel in'	18 gedeel deur 6 = 18 ÷ 6 = 3	Deel 18 in 6 = 6 ÷ 18 = ⅓
'res'	Wat is die res as 15 deur 4 gedeel word?	Wat is die res as 45 van 87 afgetrek word?
'area'	Die area by die dam is mooi groen vanweë die besproeiing	Bereken die area van die kombuis
'volume'	Draai die volume van die musiek sagter	Die volume van die houer is 4 cm^3

2.4.6.4 Probleme wat moontlik by die aanleer van Wiskunde-taal ondervind kan word

Volgens Kenney, *et al.* (2005) is dit belangrik dat in Wiskunde onderskei word tussen selfstandige naamwoorde (dinge) en werkwoorde (handelinge), net soos daar in enige ander taal daartussen onderskei word. Schwartz en Kenney (1995) stel voor dat selfstandige naamwoorde in Wiskunde (bv. getalle, meting, vorms, ruimte, funksies, patrone, data en ooreenkomste) items is wat as Wiskunde-inhoud beskryf kan word terwyl die vier dominante handelinge wat in Wiskunde-probleemoplossing en Wiskunde-beredenering benodig word, onderskei kan word as:

- Modellering en formulering om toepaslike voorstellings en verwantskappe te skep om die oorspronklike probleem in Wiskunde (simbole en bewerkings) te vertaal;

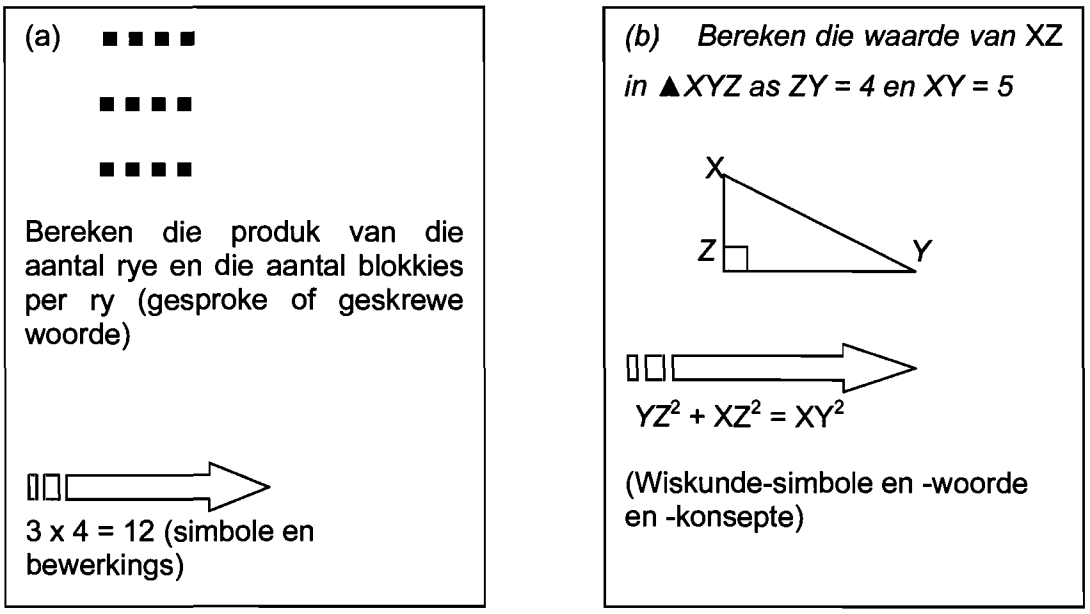
- Transformasie en manipulering om die oorspronklike wiskundige vorm waarin die probleem is, te verander na ekwivalente vorms wat die oplossing(s) voorstel;
- Afleidings en gevolgtrekkings uit die oplossing van die probleem ten einde die oplossing te interpreteer en te veralgemeen; en
- Kommunikasie (verslag doen) van die oplossing van die probleem aan 'n bepaalde gehoor (Schwartz & Kenney, 1995).

Kenney *et al.* (2005) meen verder dat die moontlike probleme in die aanleer van Wiskunde-taal waarskynlik geleë is in die dubbele kodering wat deurentyd benodig word, aangesien

(a) die gesproke Wiskunde-woorde in die oorspronklike natuurlike konteks gekodeer word alvorens dit in die bepaalde Wiskunde-konteks (simbole en bewerkings) vertaal kan word; en

(b) die geskrewe Wiskunde-woorde of -simbole kodering vereis alvorens dit met 'n bepaalde Wiskunde-konsep verbind kan word.

Vervolgens gee ek voorbeelde van elk van bogenoemde:



Figuur 2.9 Voorbeelde van dubbele kodering wat in Wiskunde vereis word

2.4.6.5 Wyses waarop telgetalle in verskillende tale benoem word

Verskillende tale beskryf telgetalle verskillend al word daar na dieselfde plekwaardestelsel verwys. Hierdie beskrywings van telgetalle is nie altyd duidelik nie en dit kan potensieel tot verwarring lei. Vir leerders wat nie Wiskunde-taal in hul eerste taal aanleer nie, is hierdie verskille 'n moontlike bron van verwarring.

Tabel 2.8 'n Vergelyking tussen die wyses waarop telgetalle en die plekwaarde daarvan in Afrikaans, Engels en Tswana beskryf word

Taal	**0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9**	**10, 11, 12 13, ..., 19**	**20, 30, 40, 50,**	**10, 100, 1 000, Plekwaarde**
Afrikaans	Nul, een, twee, drie, vier, vyf, ses, sewe, agt, nege	Tien, elf, twaalf, dertien , ... negentien	Twintig, dertig, veertig, ... negentig	Tien, honderd, duisend, tienduisend, ...
Engels	*Zero/nought, one two three, four, five, six, seven, eight, nine*	*Ten, eleven, twelve, thirteen, ... nineteen*	*Twenty, thirty, forty, ... ninety*	*Ten, hundred, thousand, ten thousand, ...*
Tswana	*Nnoto, Nngwe, Pedi, Tharo, Nnê, Tlhano, Thataro, Supa, Robedi, Robongwe, Robongwe*	1x10: lesome *11= lesome nngwe 23: masome pedi tharo*	*1x10: lesome / 2x10 masome pedi 3x10: masome tharo,... 9x10: masome robongwe*	*1x10: lesome / masome 1x100: lekgolo / makgolo 1x1000: sekete / dikete*

Bronne: Kenney *et al.*(2005) en Zerwick (2007).

Dit blyk uit Tabel 2.4. dat

- Afrikaans- en Engelssprekendes nuwe woorde aanleer vir
    - elf, twaalf, dertien tot negentien en
    - twintig, dertig, veertig tot by negentig, terwyl

Tswanasprekendes telgetalle groter as tien in uitgebreide notasie beskryf, byvoorbeeld,

- 12: *Lesome pedi* (10 + 2);
- 25: *Masome pedi tlhano* (10x2 + 5);
- 187: *Lekgolo masome robedi supa* (100 + 10x8 +7);
- 789: *Makgolo supa masome robedi robongwe* (100x7 + 10x8 + 9);
- 9999: *Dikete robongwe makgolo robongwe masome robongwe robongwe* (1 000x9) + 100x9 + 10x9 + 9) (Zerwick, 2007).

Dit is noodsaaklik om daarop te let dat Tswanasprekendes op skool deur medium van Engels telgetalle beskryf en Wiskunde doen en praat; 'n handeling wat **addisionele kodering** vereis (naamlik van Tswana na Engels of *vice versa*). Hierdie verskynsel plaas Tswanasprekendes potensieel in 'n moeiliker posisie as hul Afrikaans- en Engelssprekende eweknie, veral omdat dit hulle moontlik langer neem om die konsep te verstaan en dit moontlik moeiliker vir hulle is om inhoud op hierdie omslagtige wyse te bemeester.

In Wiskunde word nie net woorde nie, maar ook simbole wat konsepte en prosesse/bewerkings in beknopte vorm voorstel, geïmplementeer. Die rol van hierdie simbole word kortliks beskryf.

2.4.6.6 Die rol van Wiskunde-simbole in die Wiskunde-klaskamer

Barton en Heidema (2002:15) is van mening dat Wiskunde-simbole potensieel verwarring kan veroorsaak:

> *In reading mathematics text one must decode and comprehend not only words, but also signs and symbols, which involve different skills. Decoding words entails connecting sounds to the alphabetic symbols, or letters ... In contrast, mathematics signs and symbols may be pictorial, or they may refer to an operation, or to an expression. Consequently, students need to learn the meaning of each symbol much like they learn "sight" words in the English language. In addition they need to connect each symbol, the idea it represents, and the written or spoken term that corresponds to the idea.*

Vervolgens word die fokus verskuif na die rol wat leesvermoë in Wiskunde speel.

2.4.6.7 Fokus op leesvermoë in Wiskunde

Martinez en Martinez (2001:47) beklemtoon die belangrikheid van die vaardigheid om Wiskunde op bevredigende wyse te kan lees, soos volg:

> *[Students] ...learn to use language to focus and work through problems, to communicate ideas coherently and clearly, to organize ideas and structure arguments, to extend their thinking and knowledge to encompass other perspectives and experiences, to understand their own problem-solving and thinking processes as well as those of others, and to develop flexibility in representing and interpreting ideas. At the same time, they begin to see mathematics, not as an isolated school subject, but as a life subject – an integral part of the greater world, with connections to concepts and knowledge encountered across the curriculum.*

Wiskunde-teks lyk anders as teks in enige ander leerarea en die lees van Wiskunde-teks stel dus baie spesifieke vereistes aan leerders.

2.4.6.8 Vereistes wat Wiskunde-teks aan die leser stel

Barton en Heideman (2002) onderskei vier vereistes wat Wiskunde-teks aan lesers stel:

(1) Wiskunde-teks verskil van tekste in ander leerareas omdat dit baie konsepte insluit wat in 'n kompakte styl weergegee word, terwyl sinne baie relevante en min irrelevante inligting insluit;

(2) Wiskunde-teks kan woorde sowel as numeriese en nie-numeriese simbole insluit wat ook kodering vereis;

(3) Grafiese voorstellings wat in Wiskunde-teks ingesluit word om by te dra tot die betekenis en verstaan van die teks by te dra, mag die leerder se aandag van die probleem in sy geheel aftrek; en

(4) Wiskunde-teks word dikwels bo die vlak van ontwikkeling van leerders geskryf (soos wat die geval is in sommige skoolhandboeke).

Onderrig in Suid-Afrika word in baie klaskamers aangebied deur medium van 'n tweede taal wat bepaalde invloed op leerders in hierdie klasse het.

2.4.6.9 Die invloed van onderrig van en leer in Wiskunde deur medium van 'n tweede taal

Wanneer leerders in lande soos Suid-Afrika in meertalige klaskamers Wiskunde aanleer deur medium van 'n tweede of selfs derde taal (Setati & Adler, 2000a), word van hierdie leerders vereis om 'n nuwe taal tesame met Wiskunde-inhoud in die Wiskunde-klaskamer aan te leer (Galligan, 2007). Galligan (2007) wys verder daarop dat die aanleer van die eerste en tweede taal baie ooreenkomste toon, maar dat kognisie in die aanleer van die tweede taal 'n baie groter rol speel as by die aanleer van 'n eerste taal.

Navorsers soos Cohen (1994) en Clarkson (2003) vermoed dat 'n komplekse interaksie – waarvan die aard nog nie duidelik is nie –tussen eerste taal, tweede taal en Wiskunde plaasvind. Sentson (1994) wys op die verband tussen leerders se vaardigheid in hul eerste en tweede taal:

> *When mathematics is learned in a second language it is not only the learner's proficiency in this second language that affects the nature and quality of learning, but also the learner's proficiency in his/her first language.*

Maree (1997b:1) is van mening dat tweedetaal Wiskunde-leerders se leer dikwels beperk en geïnhibeer word en onnodige angs ontstaan:

> *Due to their limited experience pupils from non-stimulating environments are frequently at a disadvantage, they struggle in the subject and they learn more slowly. Language problems caused by being taught in a language other than the home tongue contribute to anxiety in mathematics and undermine achievement in the subject.*

Leerders beskik dikwels nie oor kennis van hul eie kognisie nie, en hul vermoë om hul eie kognisie te reguleer (d.w.s. die twee komponente van metakognisie) is oneffektief (Cardelle-Elawer, 1990; Hartman, 2001; King, 1991). Kennis van kognisie verwys na dit wat die individu weet omtrent sy/haar eie kognisie in die algemeen. Ook Artzt en Armour-Thomas (1992) reken dat 'n bepaalde onvermoë om hul eie kognitiewe prosesse aktief te monitor en daarna die prosesse te reguleer en te reflekteer, 'n primêre rede is waarom leerders met die oplossing van 'n Wiskunde-probleem sukkel.

Die fokus val vervolgens op metakognisie en die rol daarvan in onderrig van en leer in Wiskunde.

2.4.7 Metakognisie en prestasie in Wiskunde

Die verband tussen metakognisie en sukses in Wiskunde-probleemoplossing word deeglik bespreek in nasionale sowel as internasionale literatuur (Artzt & Armour-Thomas, 1992; Cardelle-Elawer, 1995; Carr & Biddlecomb, 1998; Garofalo & Lester, 1985; Van der Walt, Maree & Ellis, 2006).

Wagner en Sternberg (1984) redeneer dat metakognitiewe vaardighede tydens onderrig beklemtoon moet word omdat:

(1) metakognitiewe kennis en vaardighede benodig word vir die effektiewe benutting van kognitiewe vermoëns;

(2) leerders in die algemeen aanwysings dikwels blindelings volg. Hulle het nie die gewoonte aangeleer om hulself te bevraagteken nie en hulle is ook nie bewus van hul eie denke nie. Hierdie aspek lei juis tot oneffektiewe prestasie tydens intellektuele take;

(3) leerders met die minste metakognitiewe vaardighede, blykbaar geen idee het van wat hulle doen of waarom hulle dit doen, wanneer hulle 'n taak uitvoer nie; en

(4) metakognitiewe kennis en vaardighede, so belangrik as wat dit is, word nooit onderrig of aangeleer in die meeste leerareas van die kurrikulum nie.

Die terme *metakognisie* en *kognisie* word dikwels op verwarrende wyse gebruik. Om verwarring te probeer uitskakel, staan ek dus nou kortliks stil by 'n verduideliking van hierdie twee terme.

2.4.8 *Metakognisie* teenoor *kognisie*

Dit is belangrik om 'n onderskeid te tref tussen *kognitiewe* en *metakognitiewe* strategieë, omdat elkeen van die voorgenoemde begrippe by effektiewe leer betrokke is, maar elkeen 'n eie belangrike funksie het om te verrig en daarom word die twee begrippe vervolgens onderskeidend verduidelik.

Tabel 2.9 Verduideliking van *kognisie* en *metakognisie*

Outeur	*Kognisie*	*Metakognisie*
Flavell (1979)	Kognitiewe strategieë word opgeroep om kognitiewe **vordering** te maak.	Metakognitiewe strategieë word geïmplementeer om kognitiewe strategieë **te monitor, te beplan, te kontroleer en die uitkoms te evalueer.**
Garner, (1987)	Kognitiewe vaardighede is nodig om 'n **taak uit te voer** of 'n probleem op te los.	Metakognitiewe vaardighede is nodig om te **verstaan hoe** die taak uitgevoer of die probleem opgelos is.

Daar word nou gefokus op die bydraes en sienings van enkele grondleggers van metakognisie.

2.4.9 Bespreking van enkele grondleggers se siening van die begrip *metakognisie*

Die eerste grondlegger by wie se werk ek wil stilstaan, is Flavell.

2.4.9.1 Flavell

Die werk van Jean Piaget het 'n invloed gehad op die werk van John Flavell, wat reeds in 1971 aandui dat *metakognisie* leerders help om bewustelik te beplan, te voorsien, doelbewus geïmplementeer word en gerig is op die voltooiing van 'n doelwit. Reeds in 1976 voer hy dié gedagte verder en meld dat *metakognisie* bestaan uit monitering én regulering. Sy eerste definisie van *metakognisie* lui as volg:

> *In any kind of cognitive transaction with the human or non-human environment, a variety of information processing activities may go on. Metacognition refers, among other things, to the active monitoring and consequent regulation and orchestration of these processes in relation to the cognitive objects or data on which they bear, usually in service of some concrete goal or objective* (Flavell, 1976:232).

Flavell (1979) stel 'n model voor vir metakognisie wat die volgende wisselwerkende, interafhanklike komponente insluit:

(1) **Metakognitiewe kennis** (persoons-, taak- en strategieveranderlikes[11]) sluit die kennis van of oortuigings oor metakognitiewe aktiwiteite in en dit lei kognitiewe aktiwiteite en volg dit weer op.

(2) **Metakognitiewe ervarings** word verstaan as 'n bewuswees-proses waartydens ander inligting, geheue en vorige ervarings herroep kan word sodat nuwe probleme opgelos kan word.

(3) **Take en doelwitte** sluit alle inligting in wat tot leerders se beskikking is oor 'n voorgestelde taak. Hierdie inligting begelei leerders om 'n taak te bestuur en lig leerders in oor die mate van sukses wat moontlik bereik kan word.

(4) **Metakognitiewe strategieë,** wat dui op die monitering van kognitiewe vordering en leerders implementeer hierdie prosesse om hul eie leerprosesse te bestuur, te beplan, kognitiewe aktiwiteite deurgaans te monitor en om kognitiewe uitkomste met interne en eksterne standaarde te vergelyk.

Flavell (1979) glo verder dat intelligensie juis ontwikkel word wanneer leerders se bewus wees van hulself as leerders ontwikkel word.

Enige bespreking van "metakognisie" sou onvolledig wees tensy melding gemaak word van Schoenfeld se baanbrekerswerk in Wiskunde.

2.4.9.2 Schoenfeld

Schoenfeld se bydrae tot die verstaan van die rol wat "metakognisie" vervul in die leer en leerfasilitering van Wiskunde is welbekend. Schoenfeld (1987:190) laat hom soos volg uit oor *metakognisie*:

> *Metacognition has the potential to increase the meaningfulness of students' classroom learning, and the creation of a "mathematics culture" in the classroom best fosters metacognition ... that a "microcosm of mathematical culture" would encourage students to think of mathematics as an integral part of their everyday lives, promote the possibility of students making connections between mathematical concepts in different contexts, and build a sense of community of learners working out the intricacies of mathematics together.*

[11] Kyk: 2.4.10.1 Tabel 2.11 en 2.12 vir die verduideliking van die metakognitiewe veranderlikes wat hier genoem word.

Schoenfeld (1987) is van mening dat daar drie wyses is waarop daar na *metakognisie* by die leer van Wiskunde verwys kan word: oortuigings en intuïsies, kennis asook selfregulering. Hy verduidelik hierdie beginsels soos volg:

(1) **Oortuigings en intuïsies** is die idees van Wiskunde wat leerders na die leergeleentheid toe bring en die wyse waarop hierdie idees leerders se leer beïnvloed. Schoenfeld beskou leerders as persone wat hul eie wiskundige raamwerke wat gegrond is op hul oortuigings, intuïsie, en vorige ervarings bou en wat probeer om te verstaan en sin te maak van hul wêreld (Schoenfeld, 1987).

(2) **Kennis** oor die eie denkprosesse handel oor die akkuraatheid van die beskrywing van die eie denke. Schoenfeld (1987) laat hom soos volg uit oor hierdie aspek:

> *How accurate are you in describing your own thinking?...Good problem solving calls for using efficiently what you know: if you don't have a good sense of what you know, you may find it difficult to be an efficient problem solver* (Schoenfeld, 1987:190).

Leerders se benadering tot 'n taak en hul verstaan van die wyse waarop die taak opgelos moet/kan word, word onder meer beïnvloed deur die mate waarin hulle hul eie vermoë om te leer, realisties kan assesseer.

(3) **Selfregulering** word gedefinieer as:

> *How well do you keep track of what you are doing when, for example, you're solving problems, and how well (if at all) do you use the input from such observations to guide your problem solving actions?* (Schoenfeld, 1987:190).

Anders gestel: leerders is bewus van hul eie denke en of daar vordering gemaak word met die oplossing van die probleem.

Teen die agtergrond van die bydraes wat enkele individuele grondleggers tot die konsep *metakognisie* gemaak het as verheldering tot die begrip, is dit in hierdie stadium gepas om te poog om die begrip *metakognisie* te definieer.

2.4.10 Metakognisie

Metakognisie is 'n breë konsep wat gebruik word om te verwys na 'n verskeidenheid epistemologiese prosesse wat moeilik is om te begrens (Brown, Bransford, Ferrara & Campione, 1983). Hoewel sowel sielkundiges as opvoedkundiges saamstem oor die belangrikheid daarvan om metakognisie in klaskamers te implementeer, bestaan daar groot verskille onder navorsers oor hoe die term *metakognisie* gedefinieer behoort te word

(Alexander, Schallert & Hare, 1991). Ek gaan vervolgens enkele definisies van die begrip verskaf.

Ter inleiding word genoem dat leerders wat metakognitief bewus is van hulself as leerders, strategieë het om uit te vind, of uit te dink, wat hulle moet doen wanneer hulle gekonfronteer word met 'n taak wat nie roetineoplossingsprosedure(s) verg nie. Die gebruik van metakognitiewe strategieë aktiveer die **leerders se denke**, wat tot meer diepgaande leer en verbeterde prestasie kan lei (Anderson, 2002). Die verstaan van en die **kontrole oor kognitiewe prosesse** is van die belangrikste vaardighede wat die fasilitering van leer in die klaskamer kan ondersteun.

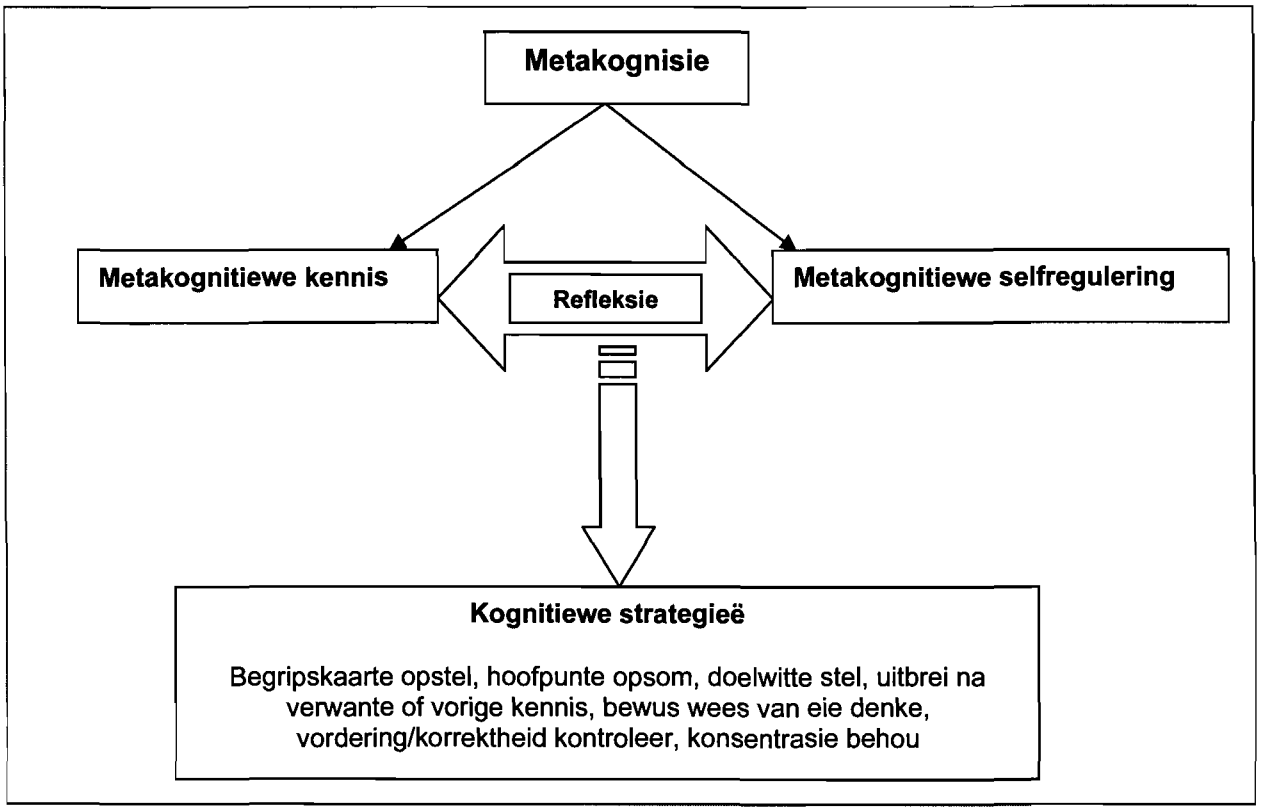
Vervolgens word nog enkele definisies van die begrip *metakognisie* verskaf.

2.4.10.1 Enkele definisies van *metakognisie*

Tabel 2.10 Definisies en/of bespreking van *metakognisie*

Outeur(s)	Definisies en/of 'n kort bespreking van *metakognisie*
Gavalek en Raphael (1985)	*Metakognisie* word beskryf as 'n individu se vaardighede om kognitiewe aktiwiteite aan te pas om beter te verstaan.
Paris en Winograd (1990)	Selfwaardering (*self-appraisal*) en selfbestuur (*self-management*) van kognisie is twee eienskappe wat by *metakognisie* ingesluit word. Selfwaardering is **persoonlike refleksies** deur leerders op hul eie kennis en vaardighede, hul affektiewe siening van hul eie kennis, vermoëns, motivering en eienskappe as leerders. Sulke refleksies verskaf inligting aangaande leerders se kennis en die denkproses wat leerders volg om besluite te neem oor wanneer en hoe om (kennis-) strategieë te gebruik. Selfbestuur verwys na **metakognisie in aksie**. Met ander woorde, dit is die verstandsprosesse wat help om aspekte van probleemoplossing te bestuur – dit omvat die planne wat leerders maak **voordat** die probleem opgelos word, die aanpassings wat **gedurende** die oplossing van die probleem gemaak word, asook die hersiening van die oplossing aan die **einde** van die taak.
Brown en Palinscar (1982)	Effektiewe denke en effektiewe leer vereis gereelde kontrole, doelwitstelling, herwaardering van dit wat **gedoen is** of waarmee **besig is**, asook die **evaluering** van die uitkoms.

Vir die doel van my studie, sal die definisie van die begrip *metakognisie* as volg daar uitsien:



Bron: Aangepas uit Ertmer en Newby (1996)

Figuur 2.10 Skematiese voorstelling van *metakognisie*

Metakognitiewe kennis of oortuigings word verkry deur ervarings en word in die langtermyngeheue gestoor onder 'sake rakende die menslike verstand en die werking daarvan' (Papaleontiou-Louca, 2003). Hierdie kennis handel oor faktore en veranderlikes se optrede en interaksies wat die uitkoms of rigting van kognitiewe take beïnvloed (Papaleontiou-Louca, 2003). Daar bestaan kennelik etlike raakpunte tussen Ertmer en Newby (1996) se siening van metakognitiewe kennis en leerteoretici se insigte oor inligtingverwerking.

Die drie veranderlikes waarna Flavell (1979) (2.4.9.1) verwys, wat ook so pas hierbo genoem is en wat leerders help om bepaalde keuses uit te oefen, word vervolgens kortliks bespreek.

Tabel 2.11 Flavell se bespreking van persoons-, taak- en strategieveranderlikes

Veranderlikes	Bespreking van die veranderlike
Persoons-veranderlikes	Die kennis wat leerders van hulself as denkers of leerders het, asook hul oortuigings oor ander se denke.
Taakveranderlikes	Die wyse waarop 'n taak bestuur behoort te word, die graad van sukses wat leerders kan behaal, die aanvaarbare uitkomste van die kognitiewe betrokkenheid, die doelwitte wat behaal behoort te word, die moeilikheidsgraad van die taak en die beskikbare bronne wat geïmplementeer behoort te word om die taak suksesvol af te handel.
Strategie-veranderlikes	Die leerder identifiseer doelwitte en subdoelwitte, selekteer kognitiewe prosesse om te presteer (Flavell, 1979). Ertmer en Newby (1996) onderskei verder tussen – beskikbare en toepaslike – **kognitiewe** strategieë, **motiverings**strategieë en **omgewings**veranderlikes.

Bron: Aangepas uit Flavell (1979) en Ertmer en Newby (1996)

Papaleontiou-Louca (2003) meen dat die interaksie tussen die drie veranderlikes wat hierbo genoem is tot 'n verskeidenheid metakognitiewe ervarings lei, wat op hul beurt weer die betekenis en die implikasies van metakognitiewe ervarings op gedrag medieer.

Hoewel Brown (1987) én Jacobs en Paris (1987) die begrip *metakognitiewe bewusthede* (kennis) anders as Flavell omskryf, werp al die verskillende uiteensettings net nog meer lig op die konstruk *metakognisie*. Metakognitiewe bewusthede (kennis) word deur Brown (1987) en Jacobs en Paris (1987) gekategoriseer as verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike kennis wat vervolgens kortliks in tabelvorm verduidelik word en waarby voorbeelde van toepassings op die Wiskunde-situasie ook gegee word.

Tabel 2.12 Bespreking van verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike kennis

Tipe kennis	Bespreking van die tipe kennis
Verklarende kennis **Weet dat** ...	Verklarende kennis verwys na die **weet dat** van kennis rakende die self as leerder en watter faktore prestasie beïnvloed. Dit blyk uit navorsing (Garner, 1987) dat vaardige leerders byvoorbeeld meer kennis oor hul eie geheue het en meer geneig is om dit wat hulle weet, te benut as amateurleerders. Kennis van kognisie wat gereguleerde gedrag tydens die oplossing van probleme fasiliteer, is dus verklarend van aard (Swanson, 1990).
Proseduur-matige kennis **Weet hoe** ... (Kennis van prosesse)	Proseduurmatige kennis verwys na die **weet hoe** om die prosedure uit te voer. Leerders met meer proseduurmatige kennis implementeer vaardighede gouer outomaties (Stanovich, 1990), plaas strategieë makliker in 'n sinvolle orde (Pressley, Borkowski & Schneider,1987) en implementeer meer dikwels verskillende strategieë om probleme mee op te los as leerders met minder proseduurmatige kennis.
Voorwaarde-like kennis **Weet wanneer en hoekom** ...	Voorwaardelike kennis verwys na die **waar- en wanneer-**aspekte van kognisie (Garner, 1987; Lorch, Lorch & Klusewitz, 1993). Dit is dus verklarende kennis van die relatiewe gebruik van kognitiewe prosedures.

Bron: Aangepas uit Schunk (1991)

Ek het vroeër genoem dat **metakognitiewe selfregulering** een van die twee aspekte is van *metakognisie* waarna Ertmer en Newby (1996) verwys en ek sal nou vollediger op hierdie begrip fokus.

2.4.11 Kort oorsig van die aard van *metakognitiewe selfregulering*

Ertmer en Newby (1996), Jacobs en Paris (1987) en Kluwe (1982) definieer *metakognitiewe selfregulering* as denkaktiwiteite/handelinge wat leerders help om hul eie denke tydens die leerproses te kontroleer. Die oorkoepelende begrip *selfregulering* kom eerste aan die beurt, waarna beplanning, monitering en evaluering as aktiwiteite wat onder selfregulering ressorteer, ondersoek en uitgelig word.

(1) Selfregulering

Volgens Borkowski (1996) stel selfregulering die hoogste vlak van metakognitiewe aktiwiteit voor wat tot gevolg het dat kognitiewe hulpbronne soos aandag beter aangewend, strategieë beter geïmplementeer en bewustheid van hul verstaan beter benut word (Schraw & Moshman, 1995).

Ertmer en Newby (1996) meen dat prestasie afhanklik is van meer as net die weergee van feite en die uitvoer van bepaalde prosedures, maar dat selfregulering ten opsigte van bepaalde vaardighede leerders in staat stel om te weet **wat** (verklarende kennis) belangrik is, **hoe** (proseduurmatige kennis) dit uitgevoer moet word en **wanneer, waar en hoekom** (voorwaardelike kennis) om die regte kennis en optrede toe te pas wat die **toepassing en evaluering** van **kennis in optrede** beskryf (Ertmer & Newby, 1996). Butterfield en Belmont (1977) beskryf *selfregulering* insiggewend as tydige en toepaslike aanbring van veranderings ten opsigte van kognitiewe vaardighede en strategieë in reaksie op nuwe en veranderde vereistes van 'n taak, terwyl Zimmerman (1986:308) selfregulerende leerders as "metacognitively, motivationally, or behaviorally active promoters of their academic achievement" beskryf.

(2) Beplanning

Beplanning beteken dat leerders 'n toepaslike strategie(ë) uit 'n bepaalde aantal beskikbare strategieë kies en hulpbronne (tyd, moeite, aandag, ensovoorts) toewys, wat prestasie beïnvloed. Hierdie beplanning vind plaas voordat leerders begin om die probleem op te los (Schraw & Moshman, 1995). Leerders behoort te kan **voorspel** wat die moeilikheidsgraad van spesifieke Wiskunde-take is om in staat te wees om toepaslik te konsentreer, strategieë te kies en met die taak te volhard (Desoete, Roeyers & Buysse, 2001).

(3) Monitering

Monitering van leer is 'n komplekse optrede. Wanneer leerders **tydens** die uitvoering van 'n taak of die oplossing van 'n probleem **deurentyd bewus** is van hul eie verstaan van die taak/probleem, hul eie vordering en hoe goed/swak die taak/probleem afgehandel/opgelos word, word dit monitering genoem.

Terwyl die plan wat gemaak is, geïmplementeer word, behoort die sukses van gekose kognitiewe, motiverings- en omgewingsveranderlikes gemonitor te word. Volgens Declos en Harrington (1991) kan die vaardigheid om te monitor deur fasilitering (onderrig) en inoefening verbeter word.

(4) Evaluering

Evaluering verwys na die proses waartydens die mate waarin bepaalde uitkomste bereik is, geassesseer word en reguleringsprosesse rakende leerders se eie leer vasgestel word (Schraw & Moshman, 1995). Leerders assesseer enersyds die toepaslikheidsprosesse wat hulle geïmplementeer het en andersyds die mate waarin bepaalde uitkomste bereik is.

Ek fokus vervolgens op wat ek beskou as die **belangrikste** aspek van *metakognisie*, naamlik **refleksie**.

(5) Refleksie as sleutelaspek van *metakognisie*

Ek begin my betoog deur moontlike definisies en/of bespreking van die begrip *refleksie* in tabelvorm te verskaf.

Tabel 2.13 Definisies en/of bespreking van die begrip *refleksie*

Outeur	Definisies en/of bespreking van *refleksie*
Smith (1991)	Leerders **leer om te leer** as hulle meer bewus is van hulself as leerders en aktief reflekteer op **dit wat gebeur wanneer hulle leer.** Daar word gereflekteer op dit wat **reeds** gedoen is, dit waarmee leerders **besig** is met die **toekomstige** implementering daarvan in gedagte.
Ertmer en Newby (1996)	Refleksie op die leerproses is 'n onontbeerlike deel van die ontwikkeling van vaardige leerders. Deur reflektiewe denkvaardighede te gebruik vir die evaluering van die uitkoms van leerders se pogings om te leer, kweek 'n **bewuswees van effektiewe strategieë** en leerders verstaan dat die strategieë ook in ander situasies gebruik kan word. Aanlynaanpassings, die implementering van alternatiewe strategieë en die oorgaan tot onbeplande optrede, as gevolg van deurlopende reflektiewe denke, skakel onnodige stappe uit. Hulle sien refleksie as die **skakel** wat metakognitiewe kennis met selfregulering verbind. Anders gestel, refleksie **'hou toesig'** oor leerders se eie leer terwyl hulle leer.

Reflektiewe denke transformeer kennis wat **tydens** die probleemoplossing en **ná** voltooiing van die taak/probleem verwerf is, na kennis wat beskikbaar is **vir** 'n volgende taak/probleem (Ertmer & Newby, 1996). Reflektiewe denke benut bestaande kennis om nuwe kennis te bekom en is die **skakel** tussen metakognitiewe kennis en metakognitiewe selfregulering.

Samevattend word die wese van *metakognisie* deur sekere leerteoretici gesien as

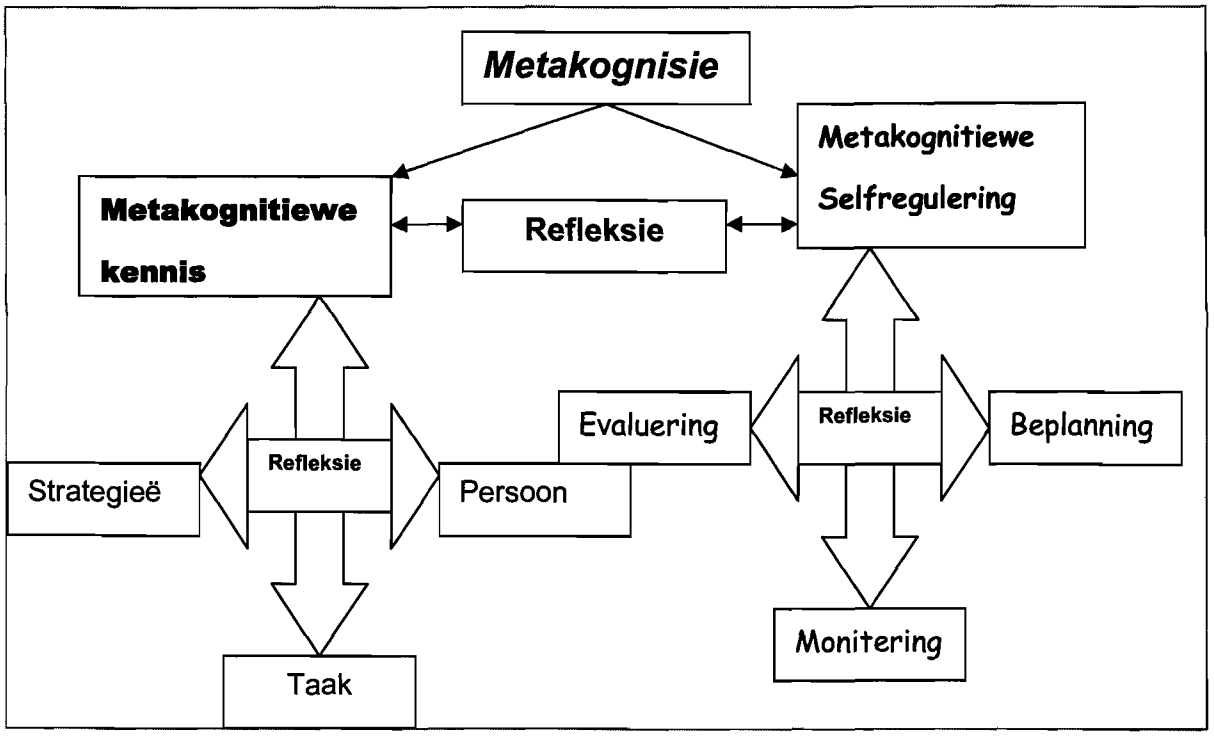
a) **metakognitiewe kennis** (statiese bron van kennis) wat dikwels verfyn word as persoons-, taak- en strategieveranderlikes en

b) **metakognitiewe selfregulering** (metakognisie in aksie) wat weer beskou word as die implementering van beplanning, monitering en evaluering,

terwyl al hierdie metakognitiewe kennis en handelinge deurentyd aktief verbind word deur

c) **refleksie.** Verder blyk dit dat metakognisie en metakognitiewe strategieë dui op bepaalde vaardighede wat gefasiliteer, geoefen, verbeter en verwerf (aangeleer) **kan** word.

Vervolgens stel ek *metakognisie* diagrammaties voor.



Figuur 2.11 Diagrammatiese voorstelling van *metakognisie*

Bron: Aangepas uit Ertmer en Newby (1996)

Wanneer die toepassing van metakognisie en metakognitiewe strategieë en vaardighede bespreek word, is dit nodig om effektiewe leer te bespreek en te motiveer waarom (doel) dit geïmplementeer behoort te word en daarom fokus ek vervolgens op effektiewe leer asook die doel van metakognisie.

2.4.12 Wanneer leer leerders effektief?

Leerders se metakognitiewe kennis en reguleringsvaardighede is baie keer nie in 'n enkele konseptuele raamwerk geïntegreer nie. Een moontlike uitkoms hiervan is dat die meeste van die vaardighede wat tot leerders se beskikking is, onaktief bly en moeilik toegepas kan word, behalwe in die konteks waarin dit aangeleer is (Kuhn, Schauble & Garcia-Mila, 1992). Wanneer leerders egter verstaan dat effektiewe leer afhang van

- relevante kennis wat uit hul eie geheue herwin word;
- die gebruik van, waar moontlik, geoutomatiseerde prosedures;
- beplanning (deur leerders self) hoe en waar beskikbare hulpbronne gebruik moet word;
- strategieë wat selektief (deur leerders self) aangewend word;
- gemotiveerde dieper verstaan en leer (deur leerders self); en
- refleksie wat ek byvoeg, omdat ek refleksie as noodsaaklik vir effektiewe leer beskou,

is hulle besig om tydens die leerproses op 'n metakognitiewe wyse te werk te gaan (Schraw & Moshman, 1995).

2.4.13 Die doel van *metakognisie*

Cardelle-Elawer (1995) onderskei drie redes waarom metakognitiewe strategieë benodig word:

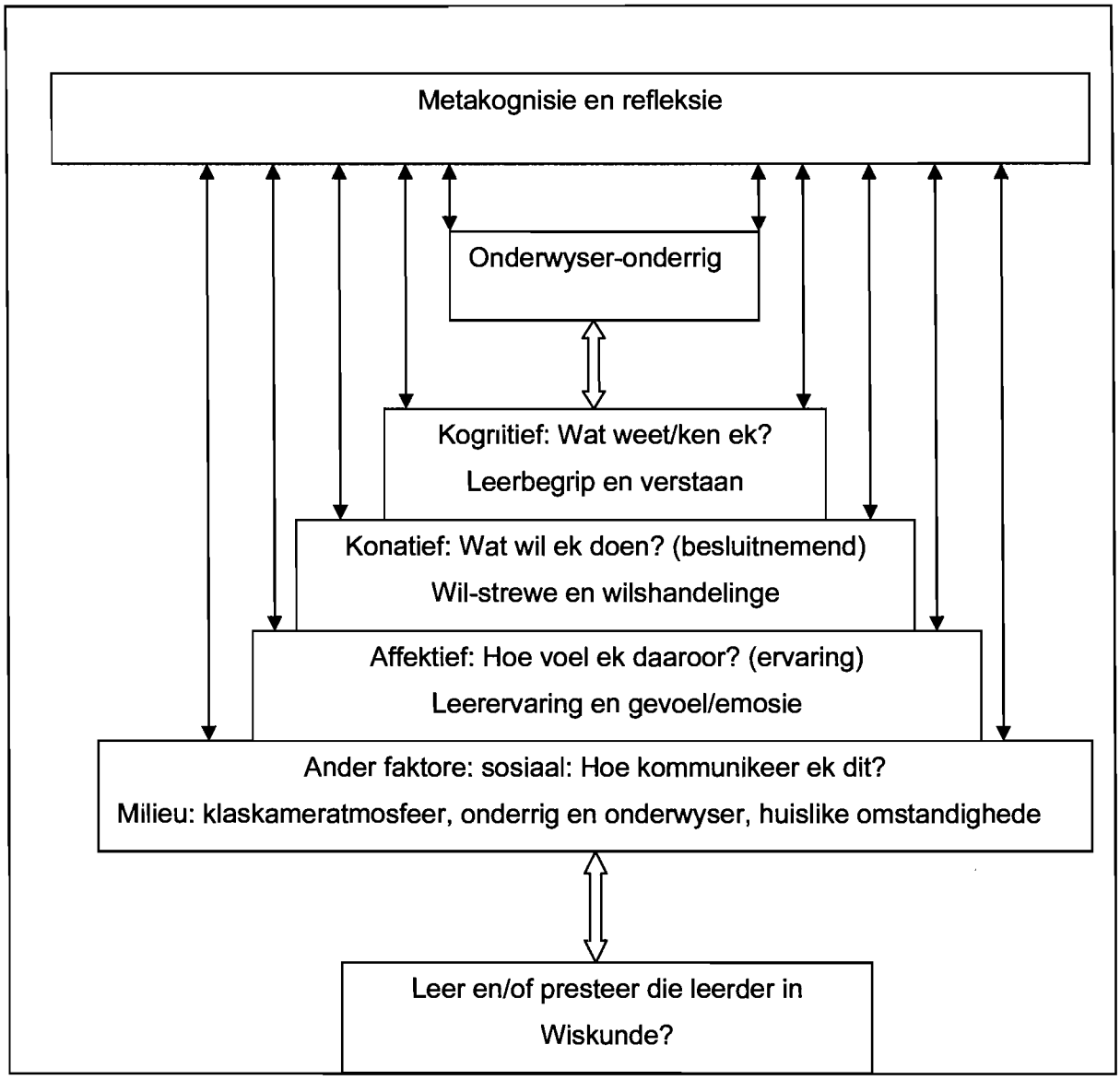
(1) Metakognitiewe denke stimuleer en ontwikkel leerders se denke om insigte van hul eie verstandsprosesse te verwerf;

(2) Wanneer leerders hul eie denke beoordeel, rig en lei dit hul aktiwiteite tydens probleemoplossing; en

(3) Die klaskameromgewing word 'n plek waar interaksie en ondersoekende houdings aangemoedig word deur middel van besprekings tussen onderwysers en leerders. Hierdie besprekings sluit nie net in **wat** geleer moet word nie, maar ook **hoe** en **hoekom** geleer moet word.

Hierdie siening van leer en leerfasilitering, naamlik dat metakognitiewe kennis metakognitiewe ervarings aktiveer wat weer die gebruik van bepaalde metakognitiewe strategieë **aktiveer** (Garner, 1987), staan in sterk kontras met die tradisionele benadering tot Wiskunde-onderrig waar die onderwyser slegs fokus op wat geleer behoort te word en leerders oorwegend **passief** in dié proses is (Cardelle-Elawer, 1995).

Metakognisie speel 'n rol by al die faktore wat leer beïnvloed en refleksie opereer deurentyd interaktief tussen dié faktore.



Figuur 2.12 Faktore wat die leerproses (komprehensief en kompleks) beïnvloed

Bron: Navorser

Die fokus val nou op enkele affektiewe faktore.

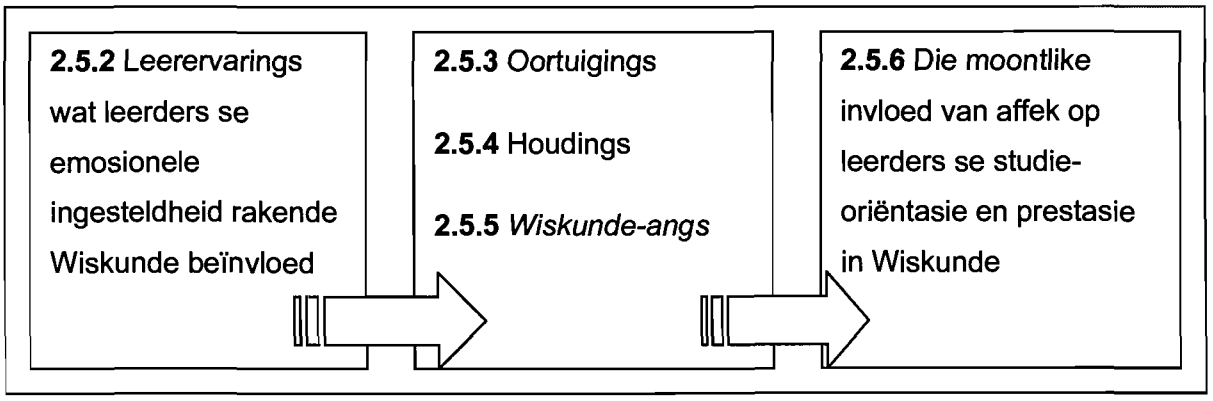
2.5 Affektiewe faktore

In hierdie afdeling gaan ek poog om affektiewe faktore – wat 'n integrerende deel van sowel **onderrig en leer** as **studie-oriëntasie** in Wiskunde uitmaak en potensieel die aanleer van Wiskunde beïnvloed– kortliks te beskryf.

2.5.1 Inleiding tot affektiewe faktore

Verskeie navorsers (soos Pehkonen & Törner, 1998; Schoenfeld, 1989; Wittrock, 1986) het bevind dat daar 'n verband is tussen **leerders se siening van Wiskunde** en **die wyse waarop hulle Wiskunde leer**. Wong (2000) en Wong en Watkins (2001) wys daarop dat leerders se leerervarings met Wiskunde hul siening (oortuigings, houdings, *Wiskunde-angs*) rakende Wiskunde help vorm.

Bogenoemde kort bespreking sal dien as die raamwerk waarbinne hierdie afdeling aangepak sal word. Die verloop van die bespreking word vervolgens skematies voorgestel.



Figuur 2.13 Die verloop van die bespreking van affektiewe faktore in die onderrig van en leer in Wiskunde

2.5.2 Leerervarings wat leerders se emosionele ingesteldheid rakende Wiskunde beïnvloed

Onderwysers se siening van Wiskunde word impliesiet in hul onderrig gereflekteer (Pehkonen & Törner, 1998). 'n Siening wat min geleentheid bied om Wiskunde werklik te verstaan (Battista, 1994), perk leerders se oortuiging rakende Wiskunde potensieel ingrypend in (Wong, Marton, Wong & Lam, 2002). Wanneer leerders met 'n ingeperkte siening van Wiskunde en die aanleer van Wiskunde blootgestel word aan nuwe situasies waarin reëls en stereotiepe probleemoplossingsingesteldheid nie meer werk nie, word hulle potensieel affektief gedestabiliseer.

2.5.3 Oortuigings rakende Wiskunde

Fishbein en Ajzen (1975) meen dat oortuigings aanleiding gee tot houdings wat voornemens help bepaal en gedrag beïnvloed. Positiewe oortuigings rakende Wiskunde gee aanleiding tot 'n positiewe emosionele ingesteldheid teenoor die leer van en prestasie in Wiskunde

Enkele oortuigings rakende Wiskunde wat moontlik dui op 'n eng siening van die aard van Wiskunde word in Tabel 2.14 weergegee (De Corte, Op 't Eynde & Verschaffel, 2002).

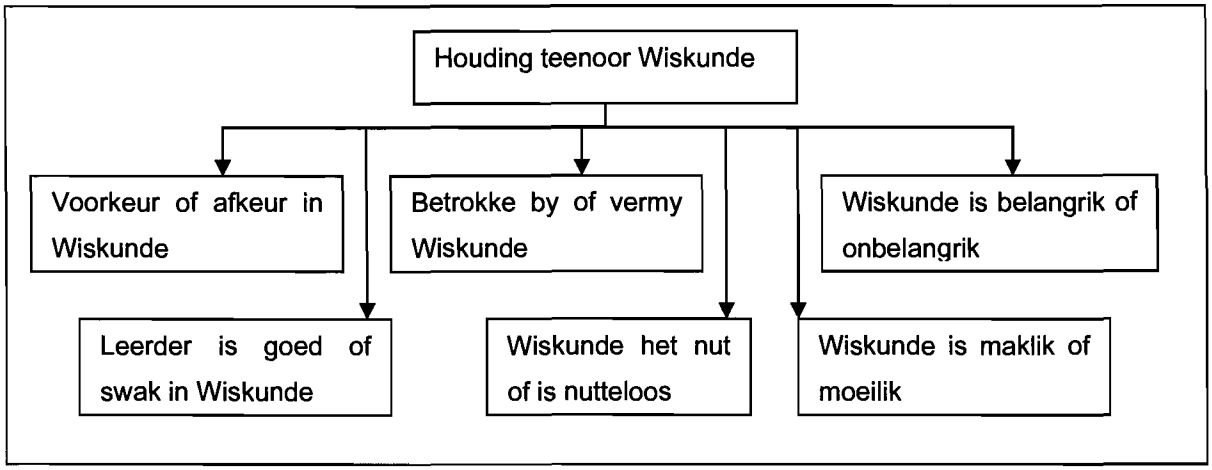
Tabel 2.14 Kategorieë oortuigings rakende Wiskunde

Kategorie	**Potensieel negatiewe/ontoepaslike siening wat kategorieë vergestalt**
Oortuigings rakende Wiskunde en die leer van Wiskunde	(i) Grootte en kwantiteit van getalle in probleme/somme maak Wiskunde moeilik (Garofalo, 1989) (ii) Probleme word op slegs een korrekte manier binne enkele minute opgelos (Lampert, 1990) (iii) Aangesien bepaalde sleutelwoorde in die laaste sin of die vraag die bewerking wat uitgevoer behoort te word, aandui, is dit is nie nodig om die probleem heeltemal deur te lees nie (Garofalo, 1989) (iv) Die reëls/stappe/metode wat deur die onderwyser en/of die handboek 'voorgeskryf' word, is die enigste wat gevolg kan word en leerders ken Wiskunde as hulle hierdie reëls onthou en kan toepas (Lampert, 1990) (v) 'n Wiskunde-probleem se oplossing behoort slegs as voldoende tyd beskikbaar is, gekontroleer te word (Garofalo, 1989) (vi) Gewone leerders kan Wiskunde nie verstaan nie en daarom behoort hulle alle reëls te memoriseer en meganies toe te pas (Schoenfeld, 1992)
Oortuigings rakende die sosiale konteks waarin onderrig en geleer word	(i) Die keuse van 'n bewerking by die oplos van 'n probleem is al wat belangrik is (ii) SkoolWiskunde vereis dat elke probleem 'n enkele presiese numeriese antwoord het en dat die realistiese konteks van die probleem nie belangrik is nie (Cobb, Yackel & Wood, 1992; Wyndhamn & Säljö,1997)

2.5.4 Houding jeens Wiskunde

Een siening jeens die begrip *houding* wat steeds deur sielkundiges (Foster, 2003) aangehaal word, is dié van Fishbein en Ajzen (1975). Volgens hierdie twee outeurs is *houding* 'n algemene gevoel (positief tot negatief) of evaluering (goed tot sleg). Ma en Kishor (1997) se definisie van houding jeens Wiskunde sluit nou hierby aan.

Hierdie twee outeurs definieer *houding jeens Wiskunde* deur middel van teenoorgestelde byvoeglike naamwoorde, wat duidelik op die affektiewe keerkant van *houding jeens Wiskunde* dui. Die definisie word vervolgens skematies voorgestel.



Figuur 2.14 Skematiese voorstelling van *houding jeens Wiskunde*

Bron: Saamgestel uit Ma en Kishor (1997)

Die feit dat talle leerders *Wiskunde-angs* ervaar (Maree, 2006), impliseer dat leerders se studie-oriëntasie moontlik daardeur beïnvloed kan word. Daarom is dit 'n belangrike kwessie waarop ek vervolgens kortliks fokus.

2.5.5 *Wiskunde-angs*

Die begrip *angs* word gedefinieer as 'n subjektiewe gevoel van spanning en bekommernis wat geaktiveer word deur 'n spesifieke kombinasie van kognitiewe, emosionele, fisiologiese en gedragswenke (Preis & Biggs, 2001). Die begrip *Wiskunde-angs* word as 'n vorm van 'n angstoestand beskryf wat skynbaar deur situasies waarin Wiskunde gedoen word, veroorsaak word (Byrd, 1982) en dit verwys na negatiewe gevoelens of teensin rakende Wiskunde, of selfs vrees vir Wiskunde (Hart, 1989).

Fiore (1999: 403) definieer *Wiskunde-angs* as

> *the panic, helplessness, paralysis, and mental disorganisation that arises among some people when they are required to solve a mathematical problem.*

Vervolgens lys ek in tabelvorm enkele faktore wat potensieel aanleiding tot *Wiskunde-angs* kan gee.

Tabel 2.15 Enkele faktore wat potensieel tot *Wiskunde-angs* kan lei

<table>
<tr><td colspan="2">(i) Ashcraft (2002) se bevinding dui daarop dat Wiskunde-angs toegeneem het as gevolg van:</td></tr>
<tr><td>a. Sigbare en hoorbare handelinge, soos
• verbale kommunikasie soos 'As jy geleer het, behoort jy geen probleem te ervaar nie'
• afwesigheid van terugvoer
• onvoldoende verduidelikings
• 'n onderwyser wat 'n 'veilige' afstand van die leerders af behou</td><td>b. Onsigbare handelinge, soos
• 'n onderwyser wat op 'n wyse sug, wat moontlik minagtend mag klink
• onderwysers wat oogkontak met leerders vermy
• 'n onderwyser wat weier om te verduidelik deur vir 'n leerder te sê: 'Ek sien jou nie'</td></tr>
<tr><td colspan="2">(ii) Maree (1997b:1) verwys as volg na leerders se beperkte taalvaardigheid as oorsaak van Wiskunde-angs:

Pupils experience mathematics anxiety when they do not master the limited technical language and are afraid to ask questions or discuss their problems with their teachers. With regard to the sexes, boys in grades 8 and 9 show lower levels of anxiety in mathematics and a better study than girls. A comparison between language groups in South Africa shows that boys and girls in these grades whose home tongue is an African language, experience significantly higher levels of anxiety in mathematics than their counterparts in other language groups. The result is that only a limited number of African language speaking pupils take mathematics up to grade 12 (matric) (Maree, 1997b:1).</td></tr>
<tr><td colspan="2">(iii) Mites, insluitend:
• 'vrouens/meisies kan nie Wiskunde doen nie'
• 'party mense kan Wiskunde doen, ander nie'
• 'my pa/ma kon ook nie Wiskunde doen nie' (Preis & Biggs, 2001).</td></tr>
</table>

Tabel 2.15 (vervolg) Enkele faktore wat potensieel tot *Wiskunde-angs* kan lei

(iv) 'n Wiskunde-probleem behoort dadelik opgelos te kan word, anders sal die oplossing nie later gevind word nie (Preis & Biggs, 2001).
(v) 'n Tekort aan ondersteuning van ouers én onderwysers (Zopp, 1999).
(vi) Ouers en/of onderwysers wat self *Wiskunde-angs* ervaar, kan moontlik hierdie angs aan leerders oordra (Fiore, 1999).
(vii) Die siening dat aanleg belangriker as ywer is (Ashcraft, 2002).
(viii) Onderwysers plaas 'n hoë premie op korrektheid, maar bied min kognitiewe of motiveringsondersteuning en leerders word self verantwoordelik gehou as hulle nie die werk verstaan nie (Ashcraft, 2002).
(ix) 'n Tekort aan selfvertroue asook die gepaardgaande eensaamheid (d.w.s. die leerder glo dat net hy/sy nie verstaan nie) wat beleef word, beperk leerders wat *Wiskunde-angs* beleef se leer (Dodd, 1999).
(x) Onderwysers plaas te veel klem op onthou (memoriseer) van formules en toepassing van reëls en skeep leerders se akademiese prestasie en eiewaarde af (Dodd, 1999).

Tabel 2.15 toon aan dat 'n wye verskeidenheid faktore, waarby veral ouers en onderwysers betrek is, *Wiskunde-angs* tot gevolg het.

Wiskunde-angs manifesteer as aanhoudende onderbrekings in die werkende geheue wat akkuraatheid en die spoed waarteen die leerder werk, benadeel, selfvertroue ondermyn en gedagtes rakende hul eie onbekwaamheid en mislukking vermeerder (Ashcraft & Kirk, 2001).

Die sikliese aard van *Wiskunde-angs* word deur Williams (1988)[12] soos volg voorgestel:

(1) Leerders beskik oor bepaalde oortuigings rakende Wiskunde en hulself as Wiskunde-leerders;

(2) Angs en gepaardgaande fisieke simptome (byvoorbeeld oormatige sweet) word deur hul oortuigings gegenereer;

[12] In oorleg met my studieleiers het ek besluit om hierdie ietwat verouderde weergawe van die *Wiskunde-angs*siklus aan te haal, aangesien meer resente weergawes myns insiens nie die essensie van die begrip "*Wiskunde-angs*" weergee nie (bv. Preis & Biggs, 2001). In die lig daarvan dat metakognisie 'n integrale deel van my literatuurstudie uitmaak, is dit immers belangrik dat ek ook aan die leser bewys dat ek ook metakognitief te werk gaan.

(3) Logiese denke is nie moontlik in die angstoestand nie;

(4) Hulle reageer deur Wiskunde en die uitvoer van Wiskunde-opdragte te vermy;

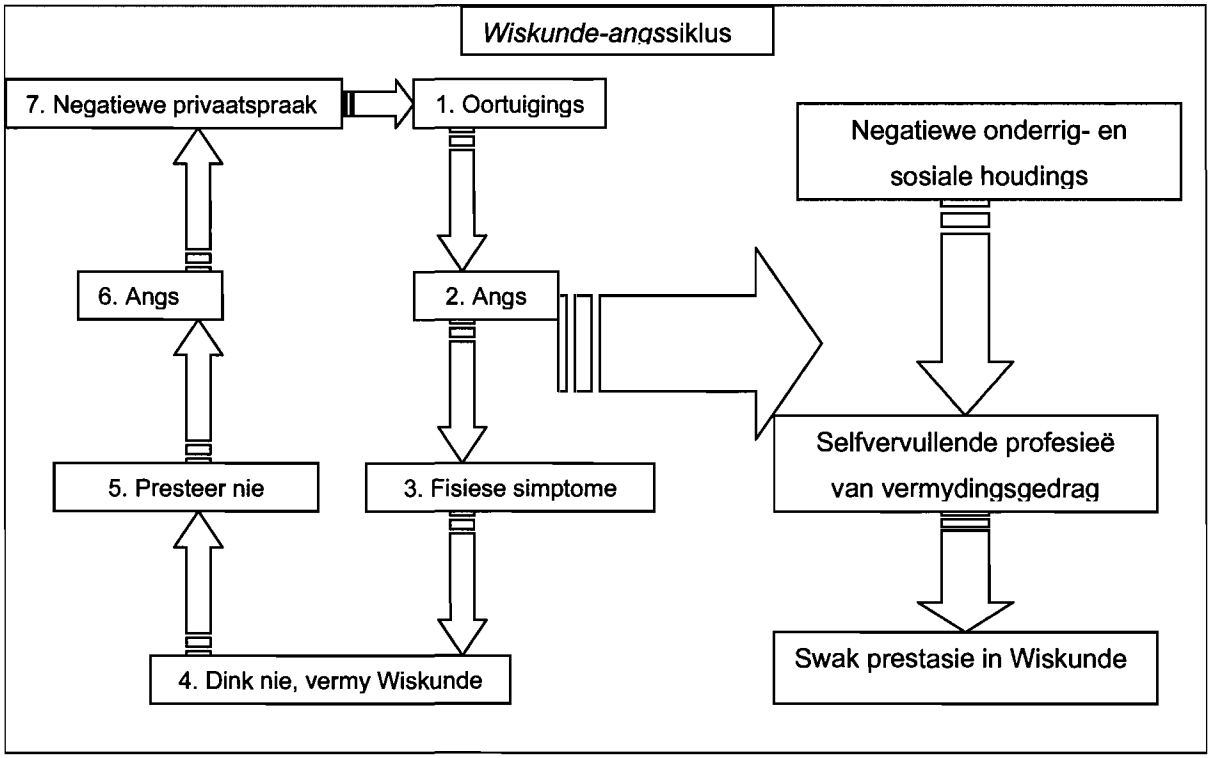
(5) Hulle presteer swak en nog negatiewe reaksies word gegenereer;

(6) Angs word weer geaktiveer; en

(7) Negatiewe selfspraak versterk leerders se oortuigings rakende Wiskunde en hulself en die siklus begin weer van voor af.

Williams (1988) voeg by dat die *Wiskunde-angs*siklus lei tot negatiewe onderrig- en sosiale houdings by leerders wat in selfvervullende profesieë, vermydingsgedrag en swak prestasie kan eindig.

Vervolgens word 'n skematiese voorstelling van die *Wiskunde-angs*siklus van Williams (1988) weergegee:



Figuur 2.15 *Wiskunde-angs*siklus en die gevolge daarvan

Bron: Saamgestel uit Williams (1988)

Vervolgens fokus ek kortliks op die moontlike invloed van affek op die aanleer van en prestasie in Wiskunde.

2.5.6 Die moontlike invloed van affek op leerders se studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde

Schoenfeld (1983a) reken dat leerders se oortuigings rakende Wiskunde hul gedrag beïnvloed. Madge en Van der Westhuizen (1982) wys verder daarop dat enige ernstige emosie (bv. negatiewe houding en emosionele trauma) doeltreffende leer kan verhinder.

2.5.6.1 Die moontlike invloed van affek op leerders se kognitiewe prosesse

Wanneer die leerder se aanvanklike poging om 'n probleem op te los, nie meer suksesvol blyk te wees nie, ondervind hy/sy 'n blokkasie of onderbreking in sy/haar kognisie en hy/sy moet herbeplan. Hierdie blokkasie of onderbreking **aktiveer bepaalde oortuigings, houdings en affektiewe aspekte** uit die langtermyngeheue wat moontlik negatief kan wees en die optimale implementering van kennis kan beperk (Lester *et al.,* 1989).

Enkele kognitiewe prosesse wat volgens McLeod (1988) potensieel negatief deur ongunstige affektiewe belewings beïnvloed kan word, is:

- bewaring en herwinning van inligting na en van die werkende geheue;
- inligtingverwerking wat in die werkende geheue plaasvind;
- probleemoplossingstrategieë;
- outomatisering; en
- metakognisie (d.w.s. beplanning, monitering, kontrole en evaluering van inligting wat verwerk is) (Steyn, 2002).

2.5.6.2 Selfvertroue

'n Tekort aan selfvertroue kan moontlik 'n negatiewe invloed op 'n leerder se prestasie hê, aangesien die leerder nie oortuig is van sy/haar eie bekwaamheid in Wiskunde nie en hy/sy kan deur onsekerheid en bekommernis rakende mislukking oorheers word. Genshaft (1982) het bevind dat meer positiewe houdings rakende Wiskunde met laer vlakke van *Wiskunde-angs* geassosieer word, wat die moontlikheid om te presteer, vergroot. Wanopvattings van wat Wiskunde is (bv. wanneer leerders prosesse sonder verstaan, memoriseer en meganies uitvoer), kan leerders se selfvertroue potensieel benadeel en dit kan tot leerprobleme bydra (Gourgey, 1992).

Ek stem saam met die bevindings in verskeie studies dat potensieel beduidende positiewe affektiewe ervarings, belewenisse en onderrig van Wiskunde 'n beduidende positiewe invloed op leerders se studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde het en omgekeerd (Stuart, 2000; Wither, 1988).

Vervolgens verskuif die fokus na konatiewe faktore wat leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde potensieel beïnvloed.

Ek fokus vervolgens kortliks op die potensiële rol van konatiewe faktore ten opsigte van studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde.

2.6 Die rol van konatiewe faktore in studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde

In hierdie afdeling gaan ek poog om die rol van konatiewe faktore[13] ten opsigte van studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde kortliks te omskryf, verskillende navorsers se siening rakende konatiewe faktore weer te gee, die bestuurskomponent van motivering te beskryf en ten slotte te fokus op die verwerwing van konatiewe aspekte, wat potensieel leerders se studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde kan verbeter.

2.6.1 Omskrywing van die begrip *konasie*

2.6.1.1 Inleidende omskrywing

Bagozzi (1992) reken konatiewe of wilsfaktore is verantwoordelik vir die omskakeling van kennis en emosie na gedrag, terwyl Huitt (1999) beklemtoon dat 'n leerder op 'n bepaalde wyse handel omdat hy/sy doelbewus en deur persoonlike motivering dié keuse uitgeoefen het om juis só te handel. Die optrede van 'n leerder wat kies om betrokke te raak by selfregulerende gedrag/leer, is proaktief en nie reaktief of uit gewoonte nie (Baumeister, Bratslavsky, Muraven & Tice, 1998).

Kolbe (1990:1) verwys soos volg na konatiewe faktore:

> *It is the **will**, distinct from the powers of thinking and feeling, which can make the difference in succeeding. Intelligence guides one to making a wise choice, the emotions guide what you would like to choose. It is conation,*

[13] Ek is bewus dat daar verskeie navorsers die term "wilsfaktore" mag verkies. Ek verkies om in my studie albei terme, naamlik "konatiewe faktore" en "wilsfaktore", te gebruik.

however, that enables one ***to move on the option and actually make the selection.***

2.6.2 Joubert se siening van die rol van wilsfaktore

Joubert[14] (1964) verduidelik dat konatiewe of wilsfaktore die leerder se kognitiewe en affektiewe faktore beïnvloed, sodat sy/haar motivering geaktiveer word om vrywillig te handel (te 'doen') met die doel om die gestelde doelwit te bereik. Motiewe en waardevoorkeure fasiliteer wilsbesluite wat die leerder neem om uit eie vrye wil te handel om die selfgestelde doelwit te probeer bereik.

Snow en Jackson (1993) se siening van konatiewe faktore sluit aan by Joubert (1964) se siening in hierdie verband en word vervolgens kortliks bespreek.

2.6.3 Snow en Jackson se klassifiserende oorsig oor konatiewe faktore

Snow en Jackson (1993) onderskei tussen die volgende aspekte van konasie:

- prestasiemotivering en selfkennis as motivering (onsigbaar);
- selfregulerende gedrag en konsepte as wilshandelinge (sigbaar); en
- leerstyle en belangstelling as 'n kombinasie van motivering en wilshandelinge.

Elkeen van hierdie aspekte van Snow en Jackson (1993) se klassifikasie word vervolgens kortliks in tabelvorm verduidelik.

[14] In oorleg met my studieleiers het ek besluit om hierdie ietwat verouderde weergawe van die siening van konatiewe faktore aan te haal, aangesien dié spesifieke siening in samehang met 'n meer resente weergawe, myns insiens, die essensie van die begrip *konasie* beter weergee.

Tabel 2.16 Snow en Jackson se klassifiserende oorsig van konatiewe faktore

Motivering	Wilshandelinge
Prestasiemotivering behels onder meer die volgende fasette: (i) vrees vir mislukking en hoop op sukses (McClelland, Atkinson, Clark & Lowell, 1953); en (ii) prestasie deur te konformeer en onafhanklike prestasie (Jackson, Ahmed & Heapy, 1976).	Selfregulerende gedrag help 'n leerder om te besluit/bepaal watter handeling/optrede benodig word om 'n taak effektief uit te voer (Corno, 1989). Hierdie handeling sluit – ook in Wiskunde – 'n keuse tussen die volgende opsies in, naamlik óf 'n bemeesteringsoriëntasie, wat gekenmerk word deur leerders se deursettingsvermoë wat op oplossing(s) gemik is (Diener & Dweck, 1980), óf 'n prestasie-oriëntasie, wat gekenmerk word deur hul vermyding van uitdagings en swak prestasie.
Selfkennis is potensieel 'n motiverende krag: Waargenome selfdoeltreffendheid dui op 'n leerder se evaluering van sy/haar eie vaardighede om 'n reeks handelinge wat benodig word om 'n taak uit te voer, te rangskik, te prioritiseer en uit te voer (Bandura, 1986). In hierdie studie is die taak, vaardighede en handelinge gerig op prestasie in Wiskunde.	Die potensiële effek van leerders se idiosinkratiese konseptuele strukture op hul studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde: leerders se konsepte van leerarea-inhoude mag verskil van aanvaarde wetenskaplike idees aangesien dit intuïtiewe, onvolledige, of wanbegrippe kan wees (Eylon & Linn, 1988). 'n Kognitiewe regstelling van hierdie foutiewe begrippe vereis interaksie met wilsfaktore om 'n effektiewe permanente verandering te bewerkstellig (Snow & Jackson, 1993).
Belangstelling en leerstyle (i) 'n Leerder se outentieke belangstelling vir byvoorbeeld bepaalde Wiskunde-inhoude (Schiefele, 1991) beïnvloed leer en prestasie potensieel positief (Nenniger, 1987). (ii) Wanneer Wiskunde-onderwysers onderrig verskaf wat aansluit by leerders se idiosinkratiese leerstyle, word hul studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde potensieel bevorder (Keefe & Monk, 1988).	

Saamgestel uit: Bronne soos in Tabel 2.16

Navorsers (soos hieronder aangetoon) het bevind dat konatiewe faktore potensieel verband hou met die bestuurskomponent van motivering.

2.6.4 Die bestuurskomponent van motivering

Daar word onder meer onderskei tussen verskillende aspekte van die bestuurskomponent van motivering, wat verband hou met konatiewe faktore, insluitend: 'n Leerder

- behoort bewus te word van sy/haar menslike behoeftes wat vir hom/haar belangrik is (Franken, 1997, Sullivan, 1968);
- se optimale-self is volgens Markus en Nurius (1986) die brug na handeling en daarom behoort elke leerder bewus te raak van sy/haar optimale-self;
- se uitoefening van die vryheid om sy/haar eie gedrag en denke te kies en te kontroleer is wilsfaktore (Kivenen, 1997);
- kies tussen 'n bemeestering-doelwit (wat op die ontwikkeling van bevoegdheid fokus) of 'n prestasiedoelwit (wat op die uitkoms fokus) (Dweck, 1991); en
- behoort te beplan hoe om te werk te gaan om die gestelde uitkomste(s) te bereik (Herman, 1990).

2.6.5 Die verwerwing van konatiewe faktore ten einde 'n positiewe invloed op leerders se studie-oriëntasie, en eventueel op hul prestasie, in Wiskunde

Navorsers soos Bandura (1997), Donagen (1987) en Herschberger (1987) glo dat die vryheid van keuse 'n potensieel belangrike aspek is van vrywillige menslike gedrag, insluitend studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde. Maree (1994) reken dat wanneer 'n leerder **wil** leer of presteer, hy/sy 'iets' **sal** doen om dié doelwit (leer of prestasie) te probeer bereik en omgekeerd.

Spesifieke kognitiewe, affektiewe en wilsfaktore van motivering kan verwerf word. Dit is dus belangrik dat onderwysers tydens leerfasiliteringsgeleenthede sal fokus op die konatiewe faktore wat studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde bevorder (insluitend selfgerigtheid, selfdoeltreffendheid, selfregulerende gedrag) sal fokus.

Bandura (1997) reken dat 'n leerder potensieel gehelp kan word om beter te presteer deur sy/haar selfdoeltreffendheid te verhoog. Dit geskied onder meer deur die skep van geleenthede waarin hy/sy sukses kan behaal.

Ek haal ten slotte Wallace (2007) aan: "The biggest single reason for underachievement is self-esteem". Die potensieel magtige effek van 'n toereikende selfbeeld op Wiskunde-

prestasie en meer spesifiek, motivering om in Wiskunde te presteer, kan dus nooit geringgeskat word nie.

Vervolgens gaan ek enkele ander faktore wat leerders se studie-oriëntasie potensieel beïnvloed kortliks bespreek.

2.7 Kruiskulturele faktore, Wiskunde-prestasie en die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde: kort oorsig

2.7.1 Inleidende agtergrond

Maree (1997a:140) spreek die siening uit dat:

> *Die potensiële effek van kulturele kragte/invloede, van die akkulturasieproses (wat omgewingsinvloede soos verstedeliking en die invloed daarvan op sosio-kulturele aspekte soos leerders se taalgebruik insluit) van lewenstyl en van opvoedingspeil, moet verreken word by die ontwerp en standaardisering van enige meetinstrument. Dit geld by uitstek in Suid-Afrika, waar veral die swart bevolking toenemend aan verstedeliking blootgestel word en swart, maar ook ander leerders in toenemende mate blootgestel (word) aan die gebruik van Engels as onderrig en kommunikasietaal.*

2.7.2 Omskrywing van die begrip *kultuur*

Die begrip *kultuur* is moeilik om te omskryf. In die algemeen kan gesê word dat die basiese eienskap van kultuur die sosiale oordrag en aanleer van gedragspatrone, kuns, oortuigings, en produkte van die mens se werk en denke (insluitend kennis, houdings en waardes), is (*Answers.com, 2007a).* Kultuur bestaan uit stelsels betekenisse waarvan die primêre stelsel taal is en daarom is kultuur kommunikasie en omgekeerd (*Answers.com, 2007a*). Kultuur behoort aan die lede van 'n sosiale groep vir wie bepaalde aannames outomaties funksioneer; aannames wat deur lede van die betrokke sosiale groep algemeen aanvaar word as verteenwoordigend van hoe die wêreld daar uitsien. Linton (1945)[15] beklemtoon dat menslike sienings van wat aspekte soos kultuur, gedrag en die resultate van gedrag is, relatief is, maar veral ook tyd- en omstandigheidsgebonde. Kultuur is altyd in 'n staat van verandering aangesien sekere dinge wat geleer is, vergeet word en nuwe ontdekkings voortdurend gedoen word (*Answers.com, 2007a*).

[15] In oorleg met my studieleiers het ek besluit om hierdie ietwat verouderde weergawe van menslike sienings van onder meer kultuur aan te haal, aangesien hierdie siening myns insiens die belangrikheid van menslike sienings van kultuur weergee.

2.7.2.1 Kruiskulturele navorsing

Plug, Meyer, Louw en Gouws (1993) omskryf *kruiskulturele navorsing* as navorsing wat gerig is op die evaluering van die effekte van sosiale en omgewingsinvloede op gedrag deur die ondersoek en vergelyking van verskeie kulture.

Dit is in hierdie stadium belangrik om die volgende aspek te beklemtoon: Suid-Afrikaanse onderwysdepartemente spreek herhaaldelik die siening uit dat dit nie alleen wenslik is nie, maar inderdaad ook as 't ware ononderhandelbaar is dat daar afgewyk word van sielkundige meting. Indien meting wel plaasvind, behoort verskillende normtabelle (volgens rassegrondslag) so ver moontlik daartoe by te dra om bestaande probleme, soos ontoereikende prestasie in Wiskunde, te ondersoek.

2.7.2.2 Sosio-kultureel

Die term *sosio-kultureel* sluit, volgens Ardila (1995) drie nou verwante veranderlikes in, te wete opvoeding, kultuur en taal. Shuttleworth-Jordan (1996) reken dat rasse- (etniese faktore wat min of meer 'vasstaande' is) en sosio-kulturele verskille (wat afhang van omgewingsinvloede en wat faktore soos sosialiseringservarings, moedertaal, taal wat tans gebruik word en sosio-ekonomiese status insluit) duidelik onderskei behoort te word wanneer kognitiewe en nie-kognitiewe meetinstrumente ontwerp word. Curran (1988) wys weer daarop dat persoonsontwikkeling oor onderskeibare sosiale groeperings heen nie op eenvormige wyse voltrek word nie, onder meer aangesien verskillende sosio-kulturele groepe waarde aan verskillende tipes vaardighede en kundighede heg.

2.7.3 Kultuur- en prestasieprobleme in Wiskunde

Ginsburg en Russell (1993), asook Ginsburg, Klein en Starkey (1998), is van mening dat leerders wat in verskillende kulture grootword wel soortgelyke wiskundige kennis/konsepte verwerf. Ginsburg en Russell (1993) het reeds in die laat 20e eeu sterk wiskundige denke by alle voorskoolse leerders in hul steekproef geïdentifiseer, ongeag van bepaalde leerders se ras of sosio-ekonomiese status. Secada (1992) reken dat verskille in ras- en etniese groepe veel eerder aanduidend is van differensiële geleenthede wat leerders het om by wiskundige aktiwiteite betrokke te raak as van hul inherente vermoë om Wiskunde te leer. **Dit is ook die siening wat in hierdie proefskrif gehuldig word.**

2.7.3.1 Situasie op internasionale vlak

Secada (1992) het bevind dat wanneer leerders met hul skoolloopbaan begin, dié wat uit arm gemeenskappe kom, reeds 'n agterstand toon teenoor diegene wat uit middelklas-gemeenskappe kom. Verarmde sosio-ekonomiese agtergrond, ontoereikende akademiese

voorbereiding, onvermoë om by 'andersoortige' tipes skole as dié waaraan leerders gewoond is, aan te pas en idiosinkratiese kulturele sienings rakende die relatiewe waarde van akademiese kompetisie en sukses, is enkele van die redes wat Griffin (1990) aanvoer vir swart Amerikaanse leerders se ontoereikende prestasie in Wiskunde.

2.7.3.2 Situasie in Suid-Afrika

Volgens Maree (1997b:144) behoort

> *Studie-oriëntasieprobleme in Wiskunde in Suid-Afrika (...) gesien te word teen die verwysingsraamwerk van die multikulturele samestelling van die bevolking.*

Maree (1997b) reken verder dat 'n probleem wat deur een bevolkingsgroep as lewenswerklik beleef mag word, potensieel vir 'n ander bevolkingsgroep abstrak, teoreties en nie-lewenswerklik bly.

Ook Molepo (1997) bevestig dat kultuurverwante faktore potensieel 'n betekenisvolle oorsaaklike rol speel ten aansien van (veral Afrikataalsprekende Suid-Afrikaanse) leerders se ontoereikende prestasie in Wiskunde. In 'n omvattende studie bevind hierdie outeur onder meer dat landelike swart ouers verkies dat hul kinders nie in Wiskunde presteer nie, aangesien hulle bang is dat hul kinders *tsotsi's* of 'te slim en derhalwe misdadigers' sal word (Maree, 1997b).

2.7.4 Kultuurverwante linguistiese probleme

Leerders wat deur medium van 'n tweede taal Wiskunde leer, ondervind volgens Mathe (1991:40) potensieel die volgende probleme rakende hul studie-oriëntasie:

> *it seems to me that a central problem in (learning) mathematics remains that pupils do not understand the teacher's subject related language as the teacher intends ... A child, in particular, is often ignorant of the distinctive non-vernacular meanings of apparently familiar words.*

Carraher, Carraher en Schliemann (1985) reken dat Wiskunde-kennis nie net die resultaat van kognitiewe ontwikkeling is nie, maar dat die kultuur waarin 'n kind grootword en leef, 'n bepaalde invloed op byvoorbeeld sy/haar verstaan van getalle en die getalstelsel het. Leerders kry voorskools reeds te doen met sowel Wiskunde-aktiwiteite (in lewenswerklike

situasies) as linguistiese aspekte van Wiskunde, byvoorbeeld die wyse waarop sy/haar kultuur/taal[16] getalle benoem.

2.7.4.1 Nie-moedertaalonderrig

Volgens die *South African Schools Act* (1996) bepaal die beheerliggaam 'n skool se taalbeleid. Hierdie taalbeleid word bepaal aan die hand van vereistes wat deur die Grondwet en die *South African Schools Act* (1996) gestel is. Volgens die *Language in Education Policy (South Africa, 1997)* bied die skool (i) 'n onderrig- en leertaal (*Language of Learning and Teaching* of *LOLT*) asook (ii) 'n addisionele taal (*Additional Language* of *AL*) aan.

Ouers het die verantwoordelikheid om hul minderjarige kinders se taalregte te beskerm deur by 'n skool, waar onderrig en leer deur middel van die leerder se huistaal geskied, aansoek om toelating te doen en in te skryf.

In die praktyk word die onderrig- en leertaal en die addisionele taal op verskeie wyses gekombineer in skole se taalbeleid en word enkele van dié moontlike kombinasies vervolgens weergegee ter verduideliking van die praktiese implikasies van die taalbeleid.

[16] Kyk 2.4.6.5 (Tabel 2.8) vir 'n vollediger beskrywing van die verskille tussen die wyse waarop getalle in Afrikaans en Engels teenoor Tswana benoem word.

Tabel 2.17 Moontlike kombinasies van die onderrig- en leertaal en die addisionele taal (in 'n skool se taalbeleid) asook die leerder se huistaal

Moontlike scenario's	**Huistaal (11 amptelike tale)**	**Grondslagfase (11 amptelike tale)**	**Intermediêre fase (11 amptelike tale)**	**graad 7 tot 9 (11 amptelike tale)**
Leerder 1	Tswana	*LOLT: Tswana **AL: Engels	LOLT: Tswana AL: Engels	LOLT: Engels
Leerder 2	Tswana	LOLT: Tswana AL: Engels	LOLT: Engels AL: Engels	LOLT: Engels
Leerder 3	Tswana	LOLT: Engels AL: Engels	LOLT: Engels AL: Engels	LOLT: Engels AL: Engels
Leerder 4	Engels	LOLT: Engels AL: Tswana	LOLT: Engels AL: Tswana	LOLT: Engels AL: Tswana
*LOLT: *Language of Learning and Teaching* ; **AL: *Addisional language*				

Bron: Saamgestel uit Department of Education (2003)

Deur Tabel 2.17 te bestudeer, blyk dit dat veral swart leerders, potensieel

- deur middel van hul huistaal onderrig ontvang van graad R/1 tot graad 3 en
- daarna deur middel van Engels ('n internasionale taal) verder leer.

Nie-moedertaalonderrig (by uitstek tydens die grondslagfase) beïnvloed leerders se Wiskunde-prestasie potensieel negatief. Wallace (2007) beklemtoon dit dat wanneer Wiskunde nie deur middel van leerders se huistaal onderrig word nie, kompenserende maatreëls getref behoort te word ten einde leerders te help om inligting te verwerk, te verstaan en/of probleme op te los. Leerders vertaal inligting en/of probleme byvoorbeeld uit Engels (die onderrigtaal in hierdie studie) in hul huistaal (Tswana), waarin hulle dink, die probleem oplos en vertaal die oplossing/antwoord weer terug in Engels; 'n tydrowende en potensieel verwarrende proses (Wallace, 2007).

Ook Jordan, Huttenlocher en Levine (1994) reken dat verskille in Wiskunde-prestasie wat toegeskryf word aan faktore rakende leerders se sosio-ekonomiese agtergrond potensieel eerder die resultaat van taalprobleme mag wees.

2.7.5 Kultuurverwante nie-linguistiese probleme

Maree *et al.* (1997a) omskryf leerders se studie-milieu as die verskillende sosiale en fisiese omgewings waar leerders vandaan kom en voeg by dat hierdie sosiale, fisiese en beleefde *(experienced)* omgewings 'n integrerende deel van hul studie-oriëntasie vorm. Tate (1997) sluit hierby aan deur daarop te wys dat prestasie op skool potensieel deur 'n verskeidenheid veranderlikes, insluitend motivering, die onderwyser se verwagtings, kulturele agtergrond en ouers se houding beïnvloed word.

2.7.5.1 Rasse- of etniese groepverskille

Tate (1997) het bevind dat leerders uit benadeelde/agtergeblewe omstandighede neig om:

- swakker te presteer;
- minder gemotiveerd te wees;
- 'n swakker selfbeeld en minder selfvertroue te hê; en
- 'n minder positiewe houding teenoor Wiskunde te toon as hul eweknieë uit beter omstandighede.

Birenbaum en Nasser (2006) reken dat 'n vergelyking tussen die Wiskunde-prestasie van leerders uit verskillende etniese agtergronde en/of verskillende nasies/lande onregverdig is, aangesien die prestasie van leerders uit ontwikkelende lande (en/of swak sosio-ekonomiese agtergronde) voortdurend met dié uit ontwikkelde lande (en/of hoë sosio-ekonomiese agtergronde) vergelyk word.

'n Aanname wat soms in skole oor kultuur en kultuurverwante aangeleenthede gemaak word en wat potensieel probleme in die hand werk, is dat wit middelklasleerders beter in Wiskunde doen as hul swart eweknie (Maree, 1997a). Volgens hom is die waarheid eerder dat onderwysers waarskynlik neig om Wiskunde op so 'n wyse te onderrig dat dit eerder vir swart leerders se wit middelklas-eweknie aanvaarbaar is en swart leerders dan, op grond van hul anderse kultuurbesit, potensieel uitgesluit voel van die onderrig van en leer in Wiskunde.

2.7.5.2 Geslagverwante verskille in Wiskunde-prestasie

Navorsers (Beaton, Mullis, Martin, Gonzales, Kelly, & Smith, 1999) het bevind dat seuns beter as dogters presteer met die oplos van meer komplekse probleme wat ruimtelike voorstelling, meting en verhoudings insluit, oplos terwyl dogters beter presteer wanneer berekenings gedoen, eenvoudige probleme opgelos en inligting van grafieke afgelees word. Fennema, Carpenter, Jacobs, Franke en Levi (1998) het hierdie verskille tussen geslagte

reeds by leerders in die intermediêre fase waargeneem, terwyl dié verskil ook by leerders in die senior fase voorkom (Fennema, 1985; Hyde, Fennema & Lamon, 1990; Marshall, 1984).

2.7.5.3 Sosio-ekonomiese status (SES)

Enkele van die faktore wat potensieel negatief inwerk op die akademiese prestasie van leerders uit lae sosio-ekonomiese omgewings, is die swak omstandighede waarin hulle leer, hul behoeftes (insluitend fisieke, emosionele en onderwysbehoeftes) waarin nie voorsien (kan) word nie (Boocock, 1972; Esposito, 1999; Shakiba-Nejad & Yellin, 1981) en ouers met 'n lae inkomste wat weens bepaalde praktiese probleme (insluitend vervoer, lang werksure) nie by die skool betrokke kan raak nie (Hill & Taylor, 2004; Pena, 2000).

Onderwysers se verwagting van die prestasie van leerders uit lae sosio-ekonomiese agtergronde is dikwels ongunstig (Shakiba-Nejad & Yellin, 1981) en hierdie leerders is minder populêr by hul onderwysers as hul eweknie uit hoër sosio-ekonomiese agtergronde (McPherson & Rust, 1987).

2.7.5.4 Ouerbetrokkenheid en leerders se prestasie in Wiskunde

Ouers se houding teenoor en verwagting van hul kinders se prestasie op skool word met akademiese prestasie geassosieer (Fan, 2001; Fan & Chen, 2001; Feuerstein, 2000). Enkele faktore wat leerders se prestasie op skool potensieel positief beïnvloed en hul motivering om te leer verbeter, is ouers wat (i) rolmodelle vir hul kinders is en (ii) 'n ondersteunende leeromgewing (byvoorbeeld betrokkenheid by hul kinders se huiswerk, gesprekke oor hul ervaringe en bespreking van skoolwerk) daarstel (Christenson, 1995). Dit blyk dat ouers met lae SES dikwels nie verwag hul kinders sal in Wiskunde presteer nie en hulle nie tuis aanmoedig om te presteer nie. Dit lei weer tot 'n ontoereikende studie-oriëntasie en Wiskunde-prestasie (Maree & Molepo, 1999; Maree, Aldous, Hattingh, Swanepoel & Van der Linde, 2006).

2.7.5.5 Kultuur van die skool teenoor kultuur van die gemeenskap

Deyhle en Swisher (1997), Pavel (1999) en Swisher en Tippeconnic (1999) ondersteun onderwysprogramme wat die kultuur van die skool in verband bring met die kultuur van die gemeenskap deur byvoorbeeld die taal/tale wat die gemeenskap besig, kennis wat die gemeenskap besit en implementeer en betrokkenheid van die gemeenskap by die skool. Sternberg, Lipka, Newman, Wildfeuer en Grigorenko (2006) reken dat die skeiding tussen die kultuur van die skool en die gemeenskap, 'n potensieel belangrike oorsaaklike faktor in die ontoereikende prestasie van verskillende groepe mag wees. Hierdie outeurs voeg by dat 'n konflik tussen skool en gemeenskap ontstaan, aangesien algemene kennis wat daagliks

benodig word en die kennis wat in die skool onderrig word, potensieel 'n skeiding veroorsaak tussen wat die leerder weet en wat die skool onderrig.

Sternberg *et al.* (2006) wys verder daarop dat die meerderheidsgroep dikwels as 'normaal' en/of begaafd en die minderheidsgroep as ondernormaal en/of nie-/minder begaafd bestempel word. Hierdie outeurs beklemtoon dit dat die minderheidsgroep se begaafdhede moontlik nie in die konteks van 'normale' onderrig en assessering verwag word of te voorskyn kom nie.

2.7.5.6 Kultuur, intelligensie en die onderwyser

Maree (1997b:158) reken dat:

> *Omstandighede totaal buite die beheer van swart leerders, wat aan die omgewing toegeskryf moet word en nie in die eerste plek aan kognitiewe verskille nie (politieke opset, sosiaal-sielkundige faktore), bring onder meer mee dat swart leerders enige Wiskunde-klas met 'n beduidende intellektuele agterstand betree.*

In 'n studie waarin Okagaki en Sternberg (1993) ouers se siening van die begrip ***intelligensie*** asook die invloed daarvan op hul kinders se prestasie op skool ondersoek het, is onder meer bevind dat Asiaties-Amerikaanse ouers **harde werk** en Spaans-Amerikaanse ouers **sosiale vaardighede** as besonder belangrike aspekte van die begrip *intelligensie* beskou. Hierdie outeurs kom tot die gevolgtrekking dat alle ouers potensieel graag wil hê dat hul kinders 'intelligent' moet wees en op skool moet presteer, maar dat hulle verskillende idees huldig van

- wat dit beteken om 'intelligent' te wees;
- watter vaardighede leerders benodig om te presteer; en
- watter ouerleidingpraktyke hierdie vaardighede ontwikkel.

Sternberg en Kaufman (1998), asook Maree (1997a) wys daarop dat onderwysers leerders uit lae sosio-ekonomiese omstandighede dikwels as minder intelligent as hul eweknie uit hoër sosio-ekonomiese omstandighede beskou. Sternberg *et al.* (2006:11) reken dat:

> *This preference of teachers for children whose skills match those the teachers happen to value can put children from many cultural backgrounds at a disadvantage.*

Kamin (1995:85-6) se siening in hierdie verband korreleer positief met die vorige outeurs se standpunte:

> *The socio-economic status of one's parents cannot in any immediate sense 'cause' one's IQ to be high or low ... but income*

and the other components of an index can serve as rough indicators of the rearing environment to which a child has been exposed ... And extensive practise at reading and calculating does affect, very directly, one's IQ score.

Vervolgens word op enkele sake rakende kruiskulturele meting gefokus.

2.7.6 Perspektief op kruiskulturele meting van 'n studie-oriëntasie in Wiskunde

2.7.6.1 Vergelykbaarheid en ekwivalensie

Meetinstrumente wat vir een kultuur ontwerp is, kan potensieel vertaal en aangepas word vir die inskakeling by verskillende kulture, maar dan slegs indien bepaalde, wetenskaplik-verantwoordbare prosesse gevolg word om te verseker dat die oorspronklike en die teiken-kultuur se instrumente **ekwivalent** is en soortgelyke resultate lewer wat met mekaar vergelyk kan word (Reichenheim, & Moraes, 2007). Hierdie outeurs beklemtoon dit verder dat **ekwivalensie** tussen twee meetinstrumente impliseer dat dieselfde konseptuele raamwerk in verskillende kulture teenwoordig is.

Navorsers (Maree, 1997a; Reichenheim & Moraes, 2007) is dit eens dat 'n oorspronklike meetinstrument potensieel (in mindere of meerdere mate) ekwivalent en vergelykbaar is met die teikengroep se weergawe van die instrument wanneer die navorser(s) bepaalde stappe geïmplementeer het om ekwivalensie (soos in die volgende paragrawe uitgestippel sal word) en by implikasie vergelykbaarheid te vestig, insluitend konseptuele, item-, semantiese, konstruk-operasionalisering, skaal- en funksionele ekwivalensie.

Greenfield (1997) wys op drie kulturele areas – waardes, kennis en kommunikasie – wat tydens kruiskulturele meting verreken behoort te word. Sy voeg by dat wanneer 'n item vir die toetsling en die toetsafnemer twee verskillende betekenisse het, die toets weens die ondermyning van die geldigheid daarvan, potensieel nie meer kruiskulturele ooreenkomste en verskille in terme van die bepaalde aspek wat gemeet word, kan aantoon nie. Dit is dus onder meer noodsaaklik dat vertaalde meetinstrumente oor dieselfde gehalte psigometriese eienskappe – geldigheid, betroubaarheid, faktorstruktuur en norme – beskik as dié waaroor die oorspronklike weergawe beskik (Merenda, 2005).

Aangesien die konsep *ekwivalensie* deur soveel navorsers as uiters belangrik beskou word in die standaardisering van meetinstrumente vir gebruik tydens kruiskulture meting, fokus ek vervolgens op enkele strategieë wat geïmplementeer kan word om ekwivalensie van meetinstrumente te evalueer.

2.7.6.2 Enkele strategieë vir kruiskulturele meting

'n Voorwaarde om geldige afleidings of gevolgtrekkings in kruiskulturele navorsing te maak, is dat die verskillende meetinstrumente vir gebruik in verskillende kulturele kontekste toepaslik met mekaar vergelyk moet kan word. Bhalla en Lin (1987[17]) beveel aan dat meer as een strategie gebruik word om ekwivalensies te bewys aangesien sekere strategieë meer konkrete en ander meer abstrakte kwessies rakende ekwivalensie aanraak. Dit mag moontlik wees dat nie alle tipes ekwivalensies bewys kan word nie, maar dit is deur veelvoudige ekwivalensies aan te toon dat kwantitatiewe meetinstrumente vir verskillende kulture ingeskakel kan word (Bhalla & Lin, 1987).

Meetinstrumente se psigometriese eienskappe wat geëvalueer word, sluit onder meer in (a) die faktorstruktuur en die inpassing van items in die faktore, (b) die evaluering van die betroubaarheid van die inligting en die geldigheid van die instrument in verskillende kulture asook (c) die stelselmatige vergelyking tussen inligting wat bekom is uit die inskakeling van die instrument by verskillende kulture (Clark, Watson & Reynolds, 1995).

(i) Vertalingstrategieë

Merenda (2005) stel die volgende stappe voor vir die behoud van items se ekwivalensie in die vertaalde/aangepaste toets:

(a) Hersien die oorspronklike items en response deeglik vanuit kultuur-spesifieke (*emic:* vir 'n bepaalde kultuur) of universele (*etic:* vir verskillende kulture) benaderings;

(b) Tydens die vertaling van die items behoort voorsiening gemaak te word vir die direkte én terugvertaling, dat vertalers kundiges in albei tale is en dat die vertaalde instrument terugvertaal word om dié weergawe met die oorspronklike te vergelyk;

(c) Elke item word noukeurig bestudeer om te verseker dat die item by die teikenkultuur pas. Dit is moontlik dat bepaalde items nie direk in die ander taal en kultuur vertaal kan word nie en dit behoort gewysig, verbeter, weggelaat of vervang te word voordat daar met die loodsstudie voortgegaan word. Sireci (2005) beveel aan dat navorsers die twee weergawes van die toets by kundige tweetalige toetslinge inskakel as laaste

---

[17] In oorleg met my studieleiers het ek besluit om ietwat verouderde weergawe van die siening van faktoranalise en/by kruiskulturele toetsing aan te haal, aangesien dié spesifieke siening in samehang met 'n meer resente weergawe, myns insiens, die essensie van faktoranalise en kruiskulturele toetsing beter weergee. In die lig daarvan dat metakognisie 'n integrerende deel van my literatuurstudie uitmaak, is dit immers belangrik dat ek ook aan die leser bewys dat ek metakognitief te werk gaan.

stap om moontlike onduidelikhede/dubbelsinnighede wat nog mag voorkom, uit te skakel.

'n Toets behoort nie net in die ander taal vertaal te word nie, maar ook aangepas, verbeter en verfyn te word vir die teikenkultuur waarby dit ingeskakel gaan word (Merenda, 2005), aangesien foutiewe vertalings van en kultuurverwante faktore in items een groep toetslinge (uit een taal en kultuur) moontlik kan bevoordeel en die ander benadeel. Dit sal die geldigheid van die instrument/items tussen verskillende kulture bedreig (Messick, 1989; Van de Vijver & Poortinga, 2005).

Items wat gemeenskaplik aan die twee weergawes is of plaasvervangende items behoort dieselfde funksie in albei weergawes te vervul en die tellings wat die inskakeling van die meetinstrument oplewer, behoort diegene wat dit implementeer in staat te stel om dieselfde interpretasies te maak en dieselfde toepassings raak te sien as wat die geval met die oorspronklike meetinstrument was (Merenda, 2005). Tanzer (2005) reken dat wanneer albei meetinstrumente gelyktydig ontwikkel word, en nie opeenvolgend nie, die ekwivalensie van konstrukte in die vertaalde meetinstrument potensieel beter behou word. Die outeur voer verder aan dat, waar moontlik, kruiskulturele meetinstrumente tegelykertyd vir gebruik in die verskillende kulturele kontekste ontwikkel behoort te word.

(ii) Die kombineerde eties-emiese benadering

Hierdie prosedure vereis die insluiting van items wat universeel relevant vir verskillende kulture (eties) blyk te wees sowel as items wat relevant blyk te wees vir bepaalde kulture (emies) (Johnson, 1998). Items behoort nietemin, volgens Maree (1997a) "in 'n bepaalde mate te oorvleuel oor die kulturele grense heen" om item- en skaalekwivalensie te bewys; iets wat dit moontlik maak om dieselfde konstruk deur die bepaalde meetinstrument in verskillende kulture te meet en te vergelyk.

(iii) Geldigheidsbepaling deur die nomologiese netwerk

Hierdie metode is afgelei van Cronbach en Meehl (1955) se geldigheidsverklaring van 'n konstruk. Die idee is dat **indien** 'n konstruk dieselfde betekenis vir verskillende kulture behou, word dieselfde verwantskapnetwerk met ander konstrukte ook behou. Bewyse van soortgelyke netwerke maak dit moontlik dat instrumente wat ingeskakel is vir 'n geldigheidsbepalingsproses, as kruiskultureel toepaslik en ekwivalent aanvaar kan word. Die ooreenkoms/soortgelykheid van netwerke kan statisties geëvalueer word deur die modellering van struktuurvergelykings (Bagozzi, 1980; Jöreskog & Sorbom, 1984).

(iv) Internestruktuurkongruensie

Die statistiese prosesse wat uitgevoer word om kongruensie van die interne struktuur te bepaal, sluit in faktoranalise (bevestigende, maar ook verkennende faktoranalise) (Bhalla & Lin, 1987). Die voordele verbonde aan bevestigende faktoranalise is dat relatief min items ondersoek kan word en dat alle inligting wat beskikbaar is, in die analise ingesluit word (Drasgow & Kanfer, 1985).

Volgens De Bruin (2004) kan navorsers probleme ondervind wanneer faktoranalises op items van 'n meetinstrument uitgevoer word. Die ordinale skaal waarop items gemeet word, het in baie gevalle nie genoeg kategorieë om as intervalskaal beskou te kan word nie. Dit kan lei tot verskraalde korrelasies tussen items; lae faktorbeladings of groot unieke variansies relatief tot gedeelde variansie (De Bruin, 2004). Volgens Comrey (1988) en Little, Cunningham, Shahar & Widaman (2002) is itempakkies meer betroubaar as individuele items, aangesien pakkies meer skaalpunte het en die waarskynlikheid van lineêre verwantskappe met ander pakkies groter is. De Bruin (2004) gee drie wyses waarop itempakkies saamgestel kan word, naamlik:

a. items word willekeurig in pakkies saamgevoeg wanneer items 'n eendimensionele skaal vorm;

b. die aantal, inhoud of betekenis van pakkies word deur die navorser bepaal en dan word homogene items in pakkies saamgevoeg; en

c. items word empiries saamgevoeg deurdat 'n tweede-ordefaktoranalise uitgevoer word (Catell & Burdsal, 1975; Gorsuch, 1997).

Volgens Cudeck en Claassen (1983) sal 'n konstruk wat vir verskillende kulture dieselfde bly, binne daardie kultuur dieselfde interne struktuur hê. McCrae, Costa en Yik (1996) voeg by dat faktorstrukture wat by herhaling bevind word, 'n moontlike wyse is waarop die ekwivalensie van 'n eienskap oor kulture heen bewys kan word. Met hierdie strategieë word gepoog om ekwivalensie aan te toon, wat konstruk-ekwivalensie veronderstel as dieselfde verwantskappe tussen faktore oor kulture bevind word (Bhalla & Lin, 1987). Jöreskog (1971) beveel aan dat bevestigende faktoranalise uitgevoer word om faktorstrukture oor verskeie steekproefgroepe te vergelyk deur middel van die chi-kwadraatstatistiek. Faktorstrukture wat uit verskillende populasies verkry is, kan ook vergelyk word nadat teikenrotasies uitgevoer is. Die ooreenstemming word geëvalueer deur 'n faktor-kongruensiekoëffisiënt, gewoonlik Tucker se phi (Chan, Ho, Leung, Cha & Yung, 1999; Van de Vijver & Leung, 1997).

(v) Itemsydigheid

Een van die heel basiese tegnieke wat uitgevoer word om een of meer vorms van kruiskulturele ekwivalensie te assesseer, is itemanalise. Frekwensies van verspreiding behoort onder meer ondersoek te word vir voor die hand liggende aanduidings van variansies vir verskillende kulture. 'n Hoë persentasie (bv. 95%) respondente wat dieselfde respons kies, kan byvoorbeeld moontlik op 'n onvolledige interpretatiewe ekwivalensie dui (Frijda & Johada, 1966; Smith, 1988). Wanneer ontleding van antwoorde daarop dui dat 'n afleier slegs in een kultuur bevredigende variansie toon, mag dit moontlik 'n emiese konsep voorstel (Johnson, 1998)

Die ondersoek na itemsydigheid (Lord, 1977, 1980) (toets) bepaal of soortgelyke response wat by verskillende kulture voorkom, dieselfde intensiteit van 'n latente eienskap reflekteer. Itemkarakteristieke krommes wat verskillende kulture se data voorstel, word statisties ontleed vir verskille. Soortgelyke itemkarakteristieke krommes toon item- en skaalekwivalensie (Bhalla & Lin, 1987; Johnson, 1998). Hierdie metode word beperk deur die veronderstelling dat onderliggende latente eienskappe eendimensioneel is, 'n aanname wat volgens Hulin, Drasgow en Comocar (1982) selde realisties is. Hierdie model (IRT) vereis groot steekproewe (Bhalla & Lin, 1987).

Wanneer itemsydigheid by herhaling en met behulp van verskillende statistiese tegnieke ondersoek word, word itemsydigheid opgespoor en kan die item aangepas of verwyder word. Die waarde van die kontrole oor itemsydigheid lê daarin dat onreëlmatighede soos swak vertaling of ontoepaslike woordkeuse opgespoor en daarom reggestel kan word. (Van de Vijver & Tanzer, 2004).

Verskeie statistiese tegnieke kan uitgevoer word om itemsydigheid te ondersoek, insluitend ANOVA eta-kwadraat, Maentel-Haenszel p-waardes (soos uit Rasch) en tweerigting frekwensie tabelle effekgroottes.

ANOVA

Hier word Likert-tipe tellings as intervalveranderlikes behandel. Itemsydigheid word deur variansie-analise van elke item ondersoek. Die telling vir die item is die afhanklike veranderlike terwyl die tellingvlakke die onafhanklike is. Tellingvlakke word saamgestel uit die totale telling vir die instrument, wat in tien persentielgroepe opgedeel word.

Twee betekenisvolle effekte word vervolgens getoets, naamlik:

(a) As kultuur/taal en die interaksie van die tellingvlak met die kultuur/taal nie betekenisvol is nie, word aanvaar dat die item nie-sydig is nie; en

(b) Die interaksie van die tellingvlak en kultuur/taal. 'n Betekenisvolle interaksie dui aan dat die verskille tussen kultuur/taalgroepe nie konstant oor tellingvlakke is nie, wat beteken dat die item beter diskrimineer vir een groep as vir die ander (Mellenbergh, 1982).

Rasch-modelle

Die sleutel-eienskappe van die Rasch-benadering is volgens McNamara (1996):

(a) die vermoë van leerders word geskat deur data van 'n individu in die konteks van data van die totale datamatriks, wat die response van al die respondente op alle items is, in aanmerking te neem;

(b) dit bring persoonsvermoë in verband met die moeilikheidsgraad van 'n item deur die waarskynlikheid van response van bepaalde individue op bepaalde items te bereken;

(c) die moeilikheidsgraad van 'n item word konvensioneel uitgedruk as die waarskynlikheid dat 'n persoon met 'n bepaalde vermoë 'n kans van 50% het om die item korrek te antwoord; en

(d) soortgelyk, die persoon se vermoë word gedefinieer as die waarskynlikikheid dat die persoon 'n kans van 50% het om 'n item met 'n bepaalde moeilikheidsgraad korrek te antwoord.

Die Rasch-model stel dus voor dat waar orde en patrone in toetsdata gevind word, daar 'n eenvoudige verwantskap sal bestaan sodat die waarskynlikheid van 'n korrekte antwoord op 'n item verwant is aan die verskil tussen die vermoë van die respondent en die moeilikheidsgraad van die item. Patrone word in response gevorm aangesien 'n respondent met 'n hoë vermoë, 'n beter/hoër kans behoort te hê om 'n item korrek te antwoord. Orde maak dit moontlik om voorspellings te kan maak. Indien dit bekend is hoe 'n bepaalde respondent in ander items gevaar het (met ander woorde, die respondent se vermoë is beraam) en indien dit bekend is hoe ander respondente in dié item gevaar het (met ander woorde, die item se moeilikheidsgraad is beraam) is dit moontlik om te beraam wat die waarskynlikheid is dat die individu op 'n bepaalde wyse sal optree/respondeer. Die moeilikheidsgraad van 'n item en die persoon se vermoë word in die Rasch-model gesamentlik beraam deur van 'n wiskundige proses gebruik te maak. Dié proses is bekend as maksimum aanneemlikheidberaming (*maximum likelihood estimation*) (McNamara, 1996).

Om itemsydigheid in Rasch-modelle te ondersoek, word van die Maentel-Haenszel toetsstatistiek gebruik gemaak. Itemsydigheid kom meer by Mantel-Haenszel voor aangesien dit op p-waardes berus wat sensitief is vir proefsteekgrootte en wat nie die geval met effekgroottes is nie.

Stappe wat ek gevolg het om enkele van dié ekwivalensies te vestig, word vervolgens opsommend in tabelvorm weergegee met spesifieke verwysing na waar in my proefskrif ek op hierdie stappe gefokus het.

Tabel 2.18 Enkele tipes ekwivalensies wat met die aanpassing van kruiskulturele meetinstrumente gefasiliteer kan word

Aspek van ekwivalensie	**Moontlike strategieë/stappe wat gevolg word om ekwivalensie te vestig**	**Onderafdelings in hierdie studie**
Konseptuele ekwivalensie	Literatuuroorsig van die kulture van die teikengroepe, sowel as die oorspronklike instrument Evaluering deur kundiges Evaluering deur teikenpopulasie	Hoofstuk 2; 3.6.2.1 3.4.1.4 3.4.1
Itemekwivalensie (*Elke item beteken vir verskillende kulture dieselfde)* (Maree, 1997:169)	Evaluering deur kundiges Evaluering deur teikenpopulasie	3.4.1.4 3.4.1
Semantiese ekwivalensie	Vertaling en terugvertaling Evaluering van die semantiese ekwivalensie tussen die oorspronklike en terugvertaalde weergawes Evaluering deur teikenpopulasie Evaluering deur kundiges vir finale aanpassings Loodsstudie	3.4.2.2 3.3.1.3 (b) (i) 3.4.1 3.4.1.4 3.4.1

Tabel 2.18 (vervolg) Enkele tipes ekwivalensies wat met die aanpassing van kruiskulturele meetinstrumente gefasiliteer kan word

Ekwivalensie in konstruk-operasionalisering (*Die oorgang van teorie na meting en dieselfde instrument wat geoperasionaliseer word in verskillende kulture)* (Maree, 1997a:169)	Evaluering rakende die toepaslikheid en gepastheid van: (i) Uitleg van die formaat, vrae en aanwysings (ii) Omstandighede waarin meetinstrument ingeskakel word (iii) Die wyse waarop die meetinstrument ingeskakel word (iv) Wyse waarop faktore bepaal word	3.3.1.3 (b) (ii) 3.4.1.3; 3.5.4 3.4.1.3; 3.5.4 3.4.2.3 (ii), (iii), (iv), (v)
Skaalekwivalensie (*Wanneer dieselfde konstruk vir verskillende kulture op dieselfde skaal gemeet kan word)* (Maree, 1997a:169)	Psigometriese ondersoeke: (i) Evaluering van die meetinstrument se geldigheid en toepaslikheid van items by faktore (ii) Evaluering van meetinstrument se betroubaarheid (iii) Evaluering van meetinstrument se konstruk- en kriteriumgeldigheid	3.4.2.3 (ii), (iii), (iv), (v) 3.4.2.3 (vi); 3.4.3.2(f); 3.6.2.2 3.3.1.3 (b) (iii) (iv); 3.4.3.3
Funksionele ekwivalensie (*Wanneer toetslinge van verskillende kulture soortgelyke gedrag toon om ooreenstemmende doelstellings te bereik, en die gedrag dieselfde oorsake en gevolge het)* (Maree, 1997a:169)	Word gefasiliteer deurdat die voorgenoemde tipes ekwivalensies in die praktyk realiseer	

Saamgestel uit Maree (1997a); Reichenbaum & Moraes (2007)

2.7.7 Strukturele vergelykingsmodelle (SEM)

Volgens STATISTICA (StatSoft, Inc. 2006) is strukturele vergelykingsmodelle 'n meer veranderlike variansieanalisetegniek . In hierdie studie sal dit gebruik word vir bevestigende faktoranalise wat 'n uitbreiding van faktoranalise is en waarin 'n hipotese gestel word

rakende die faktorstruktuur van die faktorbeladings en waarin interkorrelasies ondersoek word.

Die passing van die hipotetiese model word geëvalueer deur passingmaatstawwe op die data in die model. Dit is nie moontlik dat die hipotetiese model die data perfek sal pas nie (Browne & Cudeck, 1993). Volgens Byrne (2001) het groot steekproewe tot gevolg dat die chi-kwadraattoets by die geringste verskille tussen die modelle, die hipotetiese model verwerp. Daar bestaan verskeie ander passingmaatstawwe wat gebruik kan word om te bepaal of 'n bevredigende passing gevind kan word en vervolgens word enkele daarvan in tabelvorm weergegee en kortliks beskryf (De Bruin, 2004).

Tabel 2.19 Passingmaatstawwe

Passingmaatstawwe	Beskrywing (De Bruin, 2004)
RMS-gestandaardiseerde residu of SRMS	Die SRMS reflekteer die gemiddelde grootte van die gestandaardiseerde residu. Waardes kleiner as 0.8 dui op 'n aanvaarbare passing.
Steiger-Lind RMSEA-indeks	RMSEA druk die beraamde fout per vryheidsgraad uit. Waardes kleiner as 0.5 dui op 'n aanvaarbare passing.
Jöreskog en Sörbom se passing-indeks of GFI	GFI meet absolute passing tussen die model en data en reflekteer die proporsie van die variansie wat verklaar word deur die voorgestelde model en in hierdie sin is dit soortgelyk aan die R^2 in meervoudige regressie-analise. Waardes bo 0.9 dui op 'n aanvaarbare passing.
Aangepaste passing-indeks (Jöreskog) AGFI	AGFI meet absolute passing tussen die model en data en is aangepas vir komplekse modelle, waar modelle met minder vryheidsgrade gepenaliseer word. Waardes bo 0.9 dui op 'n aanvaarbare passing.
Bentler-Bonett Normed Fix Index NFI	CFI vergelyk die passing van die hipotetiese model met 'n basislynmodel. Waardes bo 0.95 dui op 'n aanvaarbare passing.
Bentler-vergelykende passing-indeks CFI	CFI vergelyk die passing van die hipotetiese model met 'n basislynmodel. Waardes bo 0.95 dui op 'n aanvaarbare passing.

2.7.8 Normtabelle

Huysamen (in Maree, 1997a) noem drie wyses waarop normtabelle in 'n kultureel-heterogene gemeenskap opgestel kan word, insluitend die gebruik van 'n gestratifiseerde normgroep en die opstel van gemeenskaplike normtabelle vir die saamgestelde groep; tweedens, die opstel van kultuurbillike of -vrye toetse en derdens, die opstel van verskillende

normtabelle vir verskillende subgroepe binne die universum. Die fokus moet nie net op verskille val nie, maar bepaald ook op die bestaan van universele eienskappe wat oor kulturele grense heen strek.

Vir die doeleindes van my studie het ek besluit om normtabelle vir verskillende graadgroepe op te stel omdat dit die groepe is wat die meeste verskil het ten opsigte van al drie vraelyste. In die opstel van normtabelle is 'n persentielskaal gebruik.

2.8 Samevatting

In Hoofstuk 2 is 'n kort oorsig van die literatuur wat moontlik betrekking het op studie-oriëntasie in Wiskunde, Wiskunde-prestasie en kruiskulturele navorsing weergegee. Aspekte wat bespreek is, sluit die volgende in: enkele leerteorieë, faktore wat betrokke is by die aanleer van Wiskunde, insluitend kognitiewe en metakognitiewe faktore; linguistiese faktore; konatiewe en affektiewe faktore. Laastens is gefokus op kruiskulturele navorsing, ekwivalensie van instrumente en die bepaling van voorspellingsgeldigheid van Wiskunde-prestasie.

In Hoofstuk 3 word die navorsingsontwerp van hierdie studie uiteengesit en verduidelik.

HOOFSTUK 3

Navorsingsontwerp

Aanpassing van die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir gebruik by intermediêre fase leerders

HOOFSTUK 1

ORIëNTERING

1.1 Agtergrond en oriëntasie

1.1.1 Internasionale navorsing oor die verband tussen studie-oriëntasie in Wiskunde en Wiskundeprestasie

1.1.2 Nasionaal: hersiening van beleidsdokumente en implementering van uitkomsgerigte onderwys

1.2 Motivering en probleemstelling

1.3 Moontlike bydrae van die onderhawige studie

1.4 Beknopte oorsig van literatuur: leer van en prestasie in Wiskunde

1.5 Gepubliseerde vraelyste en die tekortkominge daarvan

1.6 Konseptuele agtergrond en relevansie van die studie

1.7 Navorsingsdoelwitte

1.8 Etiese oorwegings

1.9 Begripsverklaring

1.10 Hoofstukindeling

HOOFSTUK 2

LITERATUURSTUDIE

2.1 Leerteorieë

2.2 Wiskunde

2.3 Studie-oriëntasie in Wiskunde

2.4 Kognitiewe en metakognitiewe faktore

2.5 Affektiewe faktore

2.6 Die rol van konatiewe faktore ten opsigte van studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde

2.7 Kruiskulturele faktore, Wiskunde-prestasie en die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde: 'n Kort oorsig

2.8 Samevatting

HOOFSTUK 3

NAVORSINGSONTWERP

3.1 Inleidende oriëntering

3.2 Aannames van die navorser

3.3 Empiriese ondersoek

3.4 Die uitbouings- en ontginningsfase

3.5 Implementeringsfase

3.6 Data-ontleding- en geldigheidsbepalingfase

3.7 Etiese oorwegings

3.8 Parameters van die studie

3.9 Voorsiene probleme

3.10 Beperkinge van hierdie studie

3.11 Samevatting

HOOFSTUK 4

RESULTATE EN INTERPRETASIE

4.1 Inleidende oriëntering

4.2 Biografiese inligting

4.3 Rasionaal vir die bepaling van gewigte om geweegde beramings vir die populasie mee te bereken

4.4 Bepaling van die die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) se konstrukgeldigheid

4.5 Basiese Wiskundevraelys (Primêr).

4.6 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P)

4.7 Opsomming van beskrywende statistiek resultate

4.8 Voorspellingsgeldigheid van SOW(P), WW(P) en BW(P)

4.9 Samevatting

HOOFSTUK 5

SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

5.1 Inleiding

5.2 Die behoefte aan voorligting in verband met leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde

5.3 Bevindings en implikasies van hierdie ondersoek

5.4 Aanbevelings

5.5 Samevattend

HOOFSTUK 3 NAVORSINGSONTWERP

3.1 Inleidende oriëntering	3.1.1 Metateoretiese vertrekpunte 3.1.2 Teoretiese aannames 3.1.3 Paradigmatiese perspektief 3.1.4 Navorsingsmetodologie
3.2 Empiriese ondersoek	3.2.1 Tegniese vereistes van 'n meetinstrument
3.3 Die uitbouings- en ontginningsfase	3.3.1 Addisionele kwaliteitskontrole: Uittoetsing van die voorlopige meetinstrumente op 'n groep toetslinge (Loodsstudie) 3.3.2 Die aanpassing van die SOW vir gebruik by Graad 4 tot 7-leerders 3.3.3 Instrumente vir die meet van basiese Wiskundevaardigheid en Wiskundetaal- bevoegdheid
3.4 Implementeringsfase	3.4.1 Teikenpopulasie 3.4.2 Steekproefstrategie 3.4.3 Meetinstrumente 3.4.4 Data-insamelingsprosedures
3.5 Data-ontleding- en geldigheidsbepalingfase	3.5.1 Die probleemstellings wat in hierdie studie ondersoek word en die statistiese prosedures om die probleemstellings te ondersoek 3.5.2 Standaardisering van die SOW(P), Basiese Wiskundevraelys en Wiskunde-woordeskatvraelys 3.5.3 Vergelykende studies om die toepaslikheid van die SOW(P), BWV(P) en WWV(P) te bepaal
3.6 Etiese oorwegings	3.6.1 Etiese kwessies wat die respondente raak 3.6.2 Etiek en die wetenskaplike gemeenskap 3.6.3 Etiese kwessies en die formulering van die doelstellings van die navorsing, die probleemstelling en die navorsingsvrae 3.6.4 Etiese kwessies tydens data-insameling 3.6.5 Etiese kwessies in die data-ontleding en interpretasie daarvan: 3.6.6 Etiek en die opskryf en die verspreiding van die navorsing
3.7 Parameters van die studie	
3.8 Voorsiene probleme	
3.9 Beperkinge van hierdie studie	
3.10 Samevatting	

HOOFSTUK 3

Navorsingsontwerp

3.1 Inleidende oriëntering

In Hoofstuk 2 is gefokus op die literatuurstudie met betrekking tot leer en fasilitering van leer in Wiskunde, invloede van sosiale, konatiewe, affektiewe en linguistiese fasette op prestasie in Wiskunde. In Hoofstuk 3 word op die navorsingsontwerp van die onderhawige studie gefokus.

3.1.1 Aannames van die navorser

My primêre navorsingsaanname is die volgende: die doel van navorsing is om die wêreld om ons beter te verstaan. Ek glo verder dat hierdie "verstaan" beïnvloed word deur hoe die navorser die wêreld sien, wat die navorser van die wêreld verstaan en wat die navorser as die doel van dié verstaan beleef (Cohen, Manion & Morrison, 2000).

Ek bespreek vervolgens enkele metateoretiese vertrekpunte en teoretiese aannames wat voortspruit uit die algemene aanname wat hierbo genoem is.

3.1.2 Metateoretiese vertrekpunte

Elke mens het 'n lewensvisie (metateoretiese vertrekpunte) wat deur Van der Walt (1999) gedefinieer word as 'n ordelike samehang van oortuigings wat as eenheid funksioneer om vir die mens rigting te gee. Rens (2005) definieer lewensvisie soos volg:

> *Die lewensvisie sluit idees oor God, die werklikheid of die skepping en die mens in en daarom vergestalt dit in die waardes wat 'n individu aanhang* (Rens, 2005:14).

My metateoretiese vertrekpunte, met besondere verwysing na leer en leerfasilitering in Wiskunde, word kortliks bespreek.

Die mens – liggaam, psige en gees – is die kroon van God se skepping. Volgens Van der Walt (1999) is die religieuse verhouding tot die God van die Bybel vir die Christen totaal, sentraal en integraal. Dit beteken dat my verhouding met God my hele lewe omvat, dat dit in my diepste wese by alles wat ek doen, betrokke is en dat die binding van my hart geïntegreer is met alles wat ek doen. God het die mens geskape as sy **verteenwoordiger** (Bybel, 1983: Gen 1:27) met die opdrag om te **heers** (Bybel: Gen 1:28) oor die geskape

werklikheid. God is die Skepper van alle dinge en daarom rig die volgende vers my siening van Wiskunde: *Toe het God gekyk na **alles** wat Hy gemaak het, en dit was **baie goed*** (Bybel, 1983: Gen 1:31). Ek aanvaar dat Wiskunde ook *baie goed* is en dat die mens oor kennis en verstaan van sy/haar eie, asook ander se kognitiewe en metakognitiewe vaardighede, hul eie sosiale, konatiewe en affektiewe prosesse behoort te beskik en dit optimaal behoort te ontwikkel om God se opdrag om te 'heers' op toepaslike wyse te kan uitvoer.

Die verwysingsraamwerk wat ek hierbo uitgestippel het, rig my denke. In die lig hiervan beskou ek die leerder en die onderwyser dus as unieke wesens in unieke kontekste, met unieke gawes om te kan leer, leer te kan fasiliteer, te kan dink, keuses te kan uitoefen, ingeligte besluite te kan neem, keuses/besluite te verander, as leerder of onderwyser te kan ontwikkel en op sy/haar handelswyse/optrede te kan reflekteer. Ek is van mening dat hierdie fasette in die Wiskunde-klas juis belangrik is, aangesien sowel leer as leerfasilitering in Wiskunde die eis stel dat die leerder en die onderwyser deurlopend en aktief betekenis moet gee aan hul **belewing** van hul wiskundige vaardighede en handelinge in 'n sosiale konteks.

Ek aanvaar dat die Wiskunde-onderwyser die leerder begelei om sy/haar volle potensiaal (holisties gesien), in hierdie geval in Wiskunde, te ontsluit. Navorsers soos McLeod (1992), Schoenfeld (1983a), Cobb en Yackel (1998) en Lester, Garofalo en Kroll (1989) het bevind dat oortuigings/houdings van leerders rakende die Wiskunde-taak op hande, die sosiale omgewing waarin die taak uitgevoer moet word en die leerder se siening van hom-/haarself as Wiskunde-probleemoplosser, die prestasie in die taak beïnvloed. Tydens die leerproses van Wiskunde behoort Wiskunde-onderwysers bewus te wees en aandag te gee aan leerders se oortuigings rakende Wiskunde asook ander faktore wat verband hou met leer (Lazim, Osman & Wan Salihin, 2007). Dit is nie voldoende dat onderwysers in die Wiskunde-klas slegs op Wiskunde-leerarea-inhoude fokus nie, dit is by uitstek hul taak om leerders te begelei om hul eie kognitiewe, metakognitiewe, sosiale, affektiewe en linguistiese vaardighede te ontwikkel – dan word leerders potensieel bemagtig om onafhanklik en optimaal te kan leer. Elke handeling in die Wiskunde-klas behoort daarop afgespits te wees om "beste praktyk[18]" (Maree, 2006) te fasiliteer .

---

[18] Die konsep *beste praktyk* het die afgelope tyd sterk in die kollig gekom, by uitstek in die lig daarvan dat die Nasionale Onderwysdepartement die idee van *continuing professional development* (CPD) bekragtig het. Alle onderwysers sal voortaan voortdurend (her-)opgelei moet word ten einde registrasie as onderwyser te behou.

Die metateoretiese vertrekpunte wat ek in hierdie betoog gestel het, beïnvloed die teoretiese aannames wat vervolgens uitgestippel word.

3.1.3 Teoretiese aannames

Hierdie studie word vanuit die sosiaal-konstruktivistiese teorie benader. Volmink (1993: 33-34) definieer Konstruktivisme soos volg:

> *Loosely defined, constructivism is a theory about how we construct our knowledge as active participants rather than receive knowledge as passive recipients. One of the perspectives that a constructivist paradigm provides, is a strong commitment to encourage students to realise that they live in a world constituted by their own experience and that they therefore should take charge of their own learning experiences.*

Konstruktivisme is 'n psigologiese en filosofiese perspektief wat onder meer impliseer dat individue die meeste van wat hulle leer en verstaan self konstrueer (Brunning *et al.,* 1995). Dit beklemtoon die interaksies van persone en situasies in die verkryging en verfyning van vaardighede en kennis. Konstruktivisme staan in bepaalde opsigte in sterk kontras tot die behavioristiese sienings van leer wat die invloed van die omgewing op die leerder beklemtoon, asook die klassieke inligtingverwerkingsteorie wat die lokus van leer in die verstand van die leerder plaas sonder om te veel aandag te gee aan die konteks waarin dit plaasvind. Die konstruktivistiese leerteorie stem grotendeels ooreen met die sosiale kognitiewe teorie (Bandura, 1986, 1997) deurdat aangeneem word dat leerders, gedrag en omgewings op 'n wederkerige wyse interaktief is.

"Beste praktyk" (Maree, 2006) in die Wiskunde-klas het ten doel om leerders te help om die vermoë te verwerf om die wêreld en die akademiese vakinhoud te verstaan en logies daaroor te dink. Net so het "beste praktyk" ten doel om leerders se vermoë om ander mense se gedrag en sienings te verstaan en te erken, te ontwikkel. Wanneer die leerder nadink oor die denke, optrede en reaksies van ander mense om hom/haar, raak hy/sy betrokke by sosiale kognisie (Ormrod, 2003).

Cobb *et al.* (1992:67-92) meen dat sosiale interaksie beduidend betekenisvol is wanneer Wiskunde geleer word. Dié outeurs verduidelik hul siening in hierdie verband soos volg:

> *An emphasis on social interaction brings with it the notion that mathematical learning is a process of enculturation in which students come to be able to participate increasingly in the mathematical practises institutionalized by the wider society ... Learning opportunities can then be seen to arise for students as they and the teacher interactively constitute*

> *taken-as-shared mathematical interpretations and understandings ... students (should) have frequent opportunities to discuss, critique, explain ... when necessary, justify their interpretations and solutions ... work collaboratively in small groups and ... participate in whole-class discussions of their problems, interpretations, and solutions.*

Sowel die metateoretiese vertrekpunte as die teoretiese aannames, wat so pas bespreek is, het my paradigmatiese perspektief gevorm. Hierdie aspek van my studie word vervolgens uitgestippel.

3.1.4 Paradigmatiese perspektief

Navorsing berus op basiese teoretiese aannames (vertrekpunte), navorsingstegnieke en vrae wat beantwoord moet word. Met ander woorde, dit is noodsaaklik dat navorsers allereers sekerheid kry oor hul basiese navorsingsoriëntasie, insluitend hul navorsingsparadigma, wat deur Neuman (2000) beskryf word as 'n basiese oriëntering tot 'n teorie. 'n *Paradigma* kan dus, vir die doel van my studie, beskou word as 'n denkmodel waarop wetenskaplikes of navorsers 'n teorie bou. 'n Beskrywing van my paradigmatiese perspektief stel my potensieel in staat om deur die proses van reflektering nog meer bewus te word van my eie veronderstellings en om dit uit te sonder en te isoleer (McCracken, 1988).

In die lig van die voorgaande betoog, stel ek dit dat my studie primêr vanuit die KWANTITATIEWE postpositivistiese epistemologie onderneem word.

Die res van my betoog sluit nou aan by die denkraamwerk wat Phillips en Burbules (2000) oor die postpositivistiese benadering huldig:

Tabel 3.1 Die postpositivistiese denkraamwerk volgens Phillips en Burbules (2000)

Postpositivistiese teorie	Wat ek in die onderhawige studie gaan doen om hierdie raamwerk te implementeer
Kennis berus op vermoedens en die navorser kan nie 'positief' oor kennisaansprake wees wanneer gedrag en aksies van mense bestudeer word nie. Bewyse wat uit navorsing bekom word, is feilbaar en onvolmaak.	As navorser het ek 'n literatuurstudie onderneem om seker te maak wat beskikbaar is. Ek sal na die beste van my vermoë poog om wetenskaplik-verantwoordbare meetinstrumente wat aan die minimum vereistes vir meetinstrumente voldoen, daar te stel, sonder om hierdie meetinstrumente as absoluut en die enigste moontlike wyses om leerders se studieoriëntasie mee te bepaal, voor te stel.
Navorsing is 'n proses waar aansprake gemaak, verfyn of verwerp word vir ander aansprake wat 'n groter waarborg bied.	As navorser wil ek drie meetinstrumente aanpas of ontwerp wat as diagnostiese en besprekingsdokument kan dien vir Wiskunde-onderwysers en voorligters in hul poging om die groter ideaal van die optimalisering van leerders se Wiskunde-prestasie te help fasiliteer.
Data, bewyse en rasionele oorwegings is betrokke by die vorming van kennis. Die navorser samel inligting in deur middel van meetinstrumente wat deelnemers invul of deur waarnemings wat die navorser opteken.	Ek gaan drie vraelyste by graad 4- tot 7-leerders inskakel (empiriese meting) ten einde data in te samel aan die hand waarvan ek die verskynsels onder bespreking, (naamlik studie-oriëntasie, asook basiese Wiskunde-vaardigheid en Wiskunde-taalvaardigheid) statisties kan beskryf, analiseer en interpreteer. Daarna kan ek riglyne ontwerp, aan die hand waarvan onderwysers leerders moontlik kan help om hul Wiskunde-prestasie alreeds in die intermediêre fase te verbeter.

Tabel 3.1 (Vervolg) Die postpositivistiese denkraamwerk volgens Phillips en Burbules (2000)

Postpositivistiese teorie	Wat ek in die onderhawige studie gaan doen om hierdie raamwerk te implementeer
Die navorser poog om bewerings wat relevante waarhede bevat, te ontwikkel sodat hierdie waarhede die betrokke situasie kan help verduidelik of toevallige verbande tussen veranderlikes beskryf kan word. In kwantitatiewe studies brei die navorser die verbande tussen veranderlikes uit en stel dit in terme van vrae of hipoteses. 'n Postdeterministiese filosofie word gereflekteer waarin oorsake moontlik effekte of uitkomste beïnvloed, maar waar daar ook gebruik gemaak sal word van nie-kwantitatiewe data (wat bekom sal word tydens dataversamelingsmetodes soos diepteonderhoude) wat gebruik sal word in 'n poging om triangulasie te fasiliteer.	Ek sal my vrae op so 'n wyse saamstel (en hierdie vrae aan kundiges op die terrein voorlê) dat hulle my in staat sal stel om aan te dui watter fasette van ontoereikende studie-oriëntasie in Wiskunde, prestasie in Wiskunde beïnvloed. Ek sal voorlopig poog om aan te toon watter verbande moontlik tussen taal-, geslag- en graadgroepe en die drie meetinstrumente bestaan. Ek sal ook poog om aan te toon dat sekere aspekte van ontoereikende studie-oriëntasie en taalvaardigheid moontlik prestasie in die leerarea Wiskunde beïnvloed.
Objektiwiteit is 'n belangrike aspek van ondersoeke en daarom maak die navorser seker dat die metode van ondersoek asook die gevolgtrekkings sonder vooroordele of partydigheid is. As **post**positivistiese navorser besef ek egter dat ek plek moet inruim vir meer subjektiewe oordele.	Hoë standaarde van kwaliteitskriteria (geldigheid en betroubaarheid) is vir my as navorser 'n ononderhandelbare vereiste vir die onderhawige kwantitatiewe studie. Ek besef egter dat die "waarheid" nie *volkome* aan die hand van suiwer objektiewe meetinstrumente bekom kan word nie, maar dat plek ingeruim behoort te word vir die moontlikheid dat ek verkeerd mag wees, sy dit in terme van my teoretiese verwysingsraamwerk, instrumentasie, data of redenasievoering. Die "waarheid" is, ten slotte, 'n onstabiele entiteit! ,

Ek, as navorser, besef dat menslike persepsies en intellek onvolmaak is, maar dat die sosiale werklikheid patroonmatig en georden is. In aansluiting hierby, sal ek poog om menslike gedrag deur patroonmatighede te verduidelik. Dit is verder belangrik dat verduidelikings nie logiese teenstrydighede insluit nie en dat die verduidelikings ooreenstem met waargenome feite. Vir die postpositivistiese navorser is dit dus belangrik om die verduidelikings te kommunikeer, met ander te deel en dat ander navorsers die navorsing kan repliseer en soortgelyke resultate kan bekom (Phillips & Burbules, 2000).

Ek sal vervolgens verduidelik hoedat my paradigmatiese perspektief beslag gegee het aan my navorsingsmetodologie.

3.1.5 Navorsingsmetodologie

Ek volg die kwantitatiewe navorsingsmetode (Creswell, 2003). In die onderhawige studie ondersoek ek aan die hand van kwantitatiewe vrae (Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P), Basiese Wiskunde-vraelys en Wiskunde-woordeskatvraelys) die verband tussen studie-oriëntasie ten opsigte van Wiskunde, prestasie in Wiskunde en Wiskunde-taalvaardigheid tussen taal-, geslag- en graadgroepe in die intermediêre fase, asook graad 7. Fasette van studie-oriëntasie in Wiskunde, prestasie in Wiskunde-taalvaardigheid asook prestasie in basiese Wiskunde-vraelys word beskou as die **afhanklike** veranderlikes terwyl geslag-, moedertaal- en graadgroepe beskou word as die **onafhanklike** veranderlikes by graad 4- tot 7-leerders. Die leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde word deur middel van die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P) ondersoek. Leerders se kognitiewe en taalvaardighede in Wiskunde word aan die hand van 'n basiese Wiskunde-vraelys en 'n Wiskunde-woordeskatvraelys ondersoek.

Vir hierdie studie is 'n eenmalige dwarsdeursnit ontwerp gebruik. Volgens Leedy en Ormrod (2001) is die voordeel van hierdie beskrywende kwantitatiewe model dat die navorser die benodigde data eenmalig insamel en nie hoef te sukkel met die opspoor van leerders wat dalk verhuis het nie.

'n Doelgerigte trossteekproef is in die onderhawige studie gebruik. Die steekproewe is aan die hand van die onderwysdatabasis van die onderwysdepartement in Noordwes beplan. In hierdie studie is ongeveer 1 100 leerders in graad 4 tot 7 in Noordwes by die kwantitatiewe ondersoek betrek.

Die situasie is ondersoek soos dit is, met ander woorde geen aanpassings of veranderings is gemaak nie aangesien die doelwit van hierdie studie soos volg is (i) die aanpassing en standaardisering van die SOW vir graad 4- tot 7-leerders, (ii) die ontwerp van sowel 'n basiese Wiskunde-vraelys (om leerders se kognitiewe vaardigheid en kennis (prestasie in Wiskunde) te assesseer as (iii) die ontwerp van 'n Wiskunde-woordeskatvraelys (om mee te bepaal of leerders oor 'n toereikende basiese woordeskat in Wiskunde beskik); en (iv) die fasilitering van betroubaarheid en geldigheid van die drie vraelyste. Die implementering van hierdie meetinstrumente kan moontlik daartoe bydra om graad 4- tot 7-leerders se Wiskunde-prestasie te verbeter (Maree, 1997a). Verder word 'n vergelyking tussen die response van die verskillende moedertaal-, geslag- en graadgroepe, deur statistiese prosedures (MANOVA, ANOVA, *post hoc*-vergelykings, vergelyking van gemiddeldes) op die verskillende veranderlikes uitgevoer om die verskille te ontleed (Steyn, Smit, Du Toit & Strasheim, 1995).

3.2 Empiriese ondersoek

Om die navorsingsdoelwitte te bereik, is (i) die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (SOW) (Maree *et al.,* 1997a) aangepas en (ii) 'n basiese Wiskunde- en (iii) 'n Wiskunde-woordeskatvraelys gegrond op die vyf leeruitkomste in die leerarea Wiskunde vir graad 4- tot 7-leerders – soos uiteengesit in die Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van Onderwys, 2002) – ontwikkel.

Ek fokus vervolgens op die algemene tegniese vereistes van meetinstrumente, alvorens ek verduidelik hoe ek te werk gegaan het om die vraelyste aan te pas en te ontwerp.

3.2.1 Tegniese vereistes van 'n meetinstrument

3.2.1.1 Definisie: Meetinstrument

'n *Meetinstrument* verwys na 'n stelselmatige en gestandaardiseerde metode waardeur inligting rakende 'n aspek van menslike gedrag ingesamel word. 'n Tipiese definisie van 'n sielkundige of opvoedkundige meetinstrument beskik volgens Murphy en Davidshofer (1988) gewoonlik oor drie eienskappe: (i) dit ondersoek 'n aspek van menslike gedrag, (ii) dit word onder gestandaardiseerde omstandighede ingesamel en (iii) daar is vasgestelde reëls waarvolgens dit nagesien word. Vir 'n potlood-en-papier-toets is daar eerstens 'n stel instruksies wat telkens wanneer die toets ingeskakel word, gevolg moet word, tweedens 'n stel instruksies wat deur die nasiener van die toets rakende die nasien en interpretasie van die toets, gevolg moet word en laastens 'n stel riglyne vir die gebruik van die toetsresultate (Fogarty, 1999).

3.2.1.2 Die doel van die standaardisering van 'n meetinstrument

Die doel van die standaardisering van die meetinstrument is om te verseker dat elkeen wat die meetinstrument invul sover moontlik op eenvormige wyse behandel word. Dit word beklemtoon dat enige meetinstrument slegs 'n aspek van gedrag (soos persoonlikheid, motivering, waardes, oortuigings en kennis) – wat nie direk waargeneem kan word nie – ondersoek. 'n Belangrike punt wat in ag geneem behoort te word is die keuse van hanteerbare onderafdelings (aspekte) van gedrag, (*i.e.* 'n konstruk) (Leedy & Ormrod, 2001).

3.2.1.3 *Kwaliteitsversekeringskriteria*

Om te verseker dat die aspek van gedrag of vaardigheid wat ondersoek word die konstrukte waarin navorsers geïnteresseerd is, reflekteer en dat die meetinstrument wat ingeskakel word, die aspek van die gedrag hier ter sprake akkuraat meet, word duidelike stappe gevolg (Fogarty, 1999). Sonder kwaliteitsversekering in opvoedkundige en sielkundige toetsing het 'n meetinstrument geen waarde nie. Kwaliteitsversekering word veral gefasiliteer deur twee kriteria, betroubaarheid en geldigheid – wat vooroordele en verdraaiing help definieer (Fogarty, 1999; Leedy & Ormrod, 2001).

(a) Betroubaarheid

Betroubaarheid is die mate waarin 'n meetinstrument herhaal kan word en konsekwente tellings lewer. Wanneer 'n bestaande instrument ingeskakel word, is betroubaarheid (d.i. die vermoë van 'n toets om 'n spesifieke aspek van 'n eienskap of vaardigheid konsekwent te meet) 'n voorvereiste vir geldigheid, hoewel betroubaarheid nie geldigheid waarborg nie (Leedy & Ormrod, 2001). Betroubaarheid van 'n meetinstrument word verhoog deur (i) die konstrukte duidelik te konseptualiseer, (ii) konstrukte so akkuraat moontlik te meet, (iii) verskeie indikatore te voorsien en (iv) die voorlopige instrument(e) in 'n loodsstudie in te skakel (Neuman, 2000). By die ontwikkeling van 'n nuwe instrument word geldigheid eers bevestig voordat daar na betroubaarheid gekyk word (Neuman, 2000).

Hoewel foute in enige metingsproses kan voorkom, behoort dit tot die minimum beperk te word. 'n Toetstelling bestaan dus uit die ware telling en die fout wat gemeet is. Die doel met die skatting van die betroubaarheid (d.i. konsekwentheid) is die bepaling van die hoeveelheid vvariasie in toetstellings wat toegeskryf kan word aan 'n fout in die meting en ware tellings (Neill, 2004). Foute wat in meting voorkom, is toevallig: 'n respondent se telling in 'n toets reflekteer nie die ware toetstelling nie aangesien die respondent byvoorbeeld siek, angstig, honger was of dat die toets in 'n raserige lokaal ingevul is (Neill, 2004).

(b) Geldigheid: Die vraelys self

Geldigheid is 'n belangrike psigometriese eienskap van 'n meetinstrument en dit word dikwels gedefinieer deur die vraag: "Meet die instrument wat dit veronderstel is om te meet?" Daar is vier wyses waarop 'n toets se geldigheid bepaal kan word, naamlik:

(1) Inhoudsgeldigheid

Wanneer instrumente ontwerp word, behoort die toetsitems verteenwoordigend van die gedrag – die inhoud wat dit veronderstel is om te meet – te wees. 'n Meetinstrument rakende berekenings in Wiskunde sal byvoorbeeld (a) verteenwoordigend van die inhoud wees, (b) nie deur ander faktore soos die vermoë om te lees (*weightings*) beïnvloed word nie, en (c) die aard van die items sal berekenings wees (d.i. die doel van die toets) (Fogarty, 1999; Leedy & Ormrod, 2001).

(2) Siggeldigheid (*face validity*)

Siggeldigheid verwys na die mate waarin die meetinstrument lyk soos 'n meetinstrument wat meet waarvoor dit ontwerp is. Dit het te make met die voorkoms van die instrument eerder as grondbeginsels soos dat dit meet wat dit veronderstel is om te meet, of dat respondente dit wat hulle invul, verstaan (Fogarty, 1999; Leedy & Ormrod, 2001).

(3) Kriterium- of voorspellingsgeldigheid

Prosedures wat gebruik word om kriteriumgeldigheid te bepaal, dui die effektiwiteit aan waarmee 'n meetinstrument 'n individu se prestasie in spesifieke aktiwiteite kan voorspel. Toetstellings word gekorreleer met werklike prestasie in 'n onafhanklike kriterium. Wanneer die leerders se prestasie in die Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelys hoog korreleer met die SOW(P), dui dit potensieel daarop dat die kriteriumgeldigheid (of voorspellingsgeldigheid) van laasgenoemde instrument goed is (Leedy & Ormrod, 2001).

(4) Konstrukgeldigheid

Hierdie konsep verwys na die mees abstrakte vorm van geldigheid want dit reflekteer die mate waarin die meetinstrument teoretiese konstrukte meet wat nie geëvalueer kan word deur bloot na die items te kyk nie. Dit is nodig dat statistiese prosedures toegepas word om

te bepaal wat deur die meetinstrument gemeet word (Fogarty, 1999). In hierdie studie word onder meer faktoranalise vir dié doel geïmplementeer.

(c) Interne en eksterne geldigheidsoorweginge

Ek is bewus daarvan dat die eksterne en interne geldigheid van my studie potensieel negatief beïnvloed is deur bepaalde faktore en ek spel hierdie faktore hieronder uit.

(1) Interne geldigheid

Interne geldigheid word beïnvloed deur die mate waarin 'n navorser daarin slaag om eksterne faktore te kontroleer/beheer. Anders gestel, dit hang saam met die mate waarin die uitkomste van 'n studie aan die effek of invloed van 'n bepaalde intervensie toegeskryf kan word. Enkele faktore wat die interne geldigheid bedreig het, word vervolgens in tabelvorm weergegee:

Tabel 3.2 Enkele faktore wat interne geldigheid bedreig

Bedreiging	Omskrywing
Historiese faktore	Onbeplande eksterne faktore wat nie met my navorsing verband hou nie en wat die uitkomste kan beïnvloed (bv. stakings deur onderwysers wat verminder dat alle data op dieselfde tyd van die jaar ingesamel word)
Seleksiefaktore	Faktore inherent aan die respondente wat uitkomste kon beïnvloed (bv. skole is nie ewekansig bepaal nie)
Toetsing	Die blote feit dat respondente getoets is, kon die resultate beïnvloed het
Instrumentasie	Toetsuitslae kan potensieel deur die toetsinstrumente self negatief beïnvloed word (Die SOW(P), Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelys mag oor potensiële leemtes beskik)
Navorsereffek	Onbedoelde of nie-intensionele optrede deur die navorser (myself) of (my) navorsingsassistente kon die navorsingsresultate negatief beïnvloed het
Toetslingeffek	Die blote feit dat die leerders aan toetsing deelneem, beïnvloed hul (toets-)gedrag op 'n bepaalde wyse

(2) Eksterne geldigheid

Eksterne geldigheid dui op die potensiële veralgemeenbaarheid van bevindings tot ander situasies. Enkele faktore wat die eksterne geldigheid potensieel bedreig, word vervolgens in tabelvorm weergegee:

Tabel 3.3 Enkele faktore wat eksterne geldigheid potensieel bedreig

Bedreiging	Omskrywing
Populasie	
Seleksie van respondente	Die moontlikheid van veralgemening[19] is beperk tot die situasie wat in die onderhawige studie omskryf is (bv. graad, provinsie, huistaal)
Respondent-eienskappe	Veralgemening is beperk tot die eienskappe van respondente in die betrokke "steekproef" en die populasie (bv. ouderdom, taal- en graadgroep, grootte van skool)
Subjek-intervensie-interaksie	Veralgemening word beperk deur die betrokke interaksie tussen my (in my hoedanigheid as navorser) en die respondente tydens inskakeling van die vraelyste
Ekologie	
Omskrywing van veranderlikes	Veralgemening is beperk tot die operasionele definisies van my veranderlikes (bv. afhanklike veranderlike is prestasie in Wiskunde en onafhanklike veranderlikes is graad, geslag en huistaal)
Die 'Hawthorne-effek'	Dui daarop dat respondente moontlik 'gewenste' gedrag kon openbaar om die ondersoekers (d.i. myself as hoofnavorser of my navorsingsassistent) te behaag
Sensitering	Veralgemening word beperk deur die konteks waarbinne die navorsing plaasvind (bv. die bepaalde tyd van die dag wanneer en bepaalde plek waar die navorsing plaasvind, asook die betrokke omgewing, asook persone aanwesig) (ek het die presiese tyd, plek en konteks van my toetsing, elders verduidelik [Kyk: 3.3.1.1 en 3.3.4].
Tyd van toetsing	Veralgemening word ingeperk deur die bepaalde tyd van die dag wanneer die navorsing plaasvind (ek het die presiese tyd, plek en konteks van my toetsing elders verduidelik [Kyk: 3.3.1.1 en 3.4.4.
Nuwigheid of steuringseffek	Toetslinge tree dikwels 'anders' op tydens toetsing aangesien hul roetine versteur word; veralgemening word dus beperk tot situasies wat ooreenstem met hierdie toetssituasie. Uit my observasie het dit duidelik geblyk dat sommige toetslinge insidentele blyke gegee het van 'n bepaalde mate van onsekerheid (gedrag wat eie is aan/ tipies is van hierdie soort toetssituasie (Maree, 2007)

Bron: Aangepas uit McMillan en Schumacher (2001:327-8)

Soos reeds gesê, is ek maar te deeglik daarvan bewus dat bogenoemde faktore my navorsingsresultate op bepaalde wyses (negatief) kon beïnvloed het. **Ek is by uitstek**

[19] Hierna bloot "veralgemening" genoem.

deeglik daarvan bewus dat slegs 353 respondente by die loodsnavorsingsproses betrek is en dat hierdie faktor die potensiële veralgemeningswaarde van hierdie studie ingrypend inperk. Om hierdie rede maak ek nie enige aanspraak op veralgemeningswaarde van my resultate nie.

Met bogenoemde in gedagte, is die meetinstrumente (SOW(P), Basiese Wiskunde- en Wiskunde-woordeskatvraelys) aangepas en ontwikkel en kan die verloop van hierdie studie in drie duidelik onderskeibare en opeenvolgende fases ingedeel word, naamlik 'n eerste uitbouings- en ontginningsfase – waartydens die vraelyste aangepas of ontwerp is, 'n tweede inskakelingsfase en laastens 'n data-analise- en geldigheidsbepalingsfase.

Vervolgens word die uitbouings- en ontginningsfase bespreek.

3.3 Die uitbouings- en ontginningsfase

Tydens die uitbouings- en ontginningsfase is die SOW aangepas (SOW(P)), terwyl twee kognitiewe meetinstrumente, (d.i. 'n basiese Wiskunde- en 'n Wiskunde-woordeskatvraelys) ontwerp is. Hierdie drie voorlopige meetinstrumente is vooraf tydens 'n loodsstudie op 'n groep leerders ingeskakel om potensieel onduidelike of verwarrende aanwysings/stellings aan die lig te bring, sowel as om itemanalise en itemseleksie te fasiliteer.

3.3.1 Addisionele kwaliteitskontrole: uittoets van die voorlopige meetinstrumente op 'n groep toetslinge (loodsstudie)

Om potensieel onduidelike aanwysings en stellings aan die lig te bring, is die SOW(P), die Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelys eers op 'n aantal leerders uit elke taalgroep (kyk Tabel 3.4) ingeskakel. Hulle is versoek om ook die nommers van die stellings wat hulle nie verstaan het nie, te omkring en sinsnedes of woorde wat hulle nie verstaan het nie, te onderstreep. Op grond van hierdie leerders se reaksies ten opsigte van op die stellings is die formulering van etlike stellings verder gewysig of vereenvoudig.

3.3.1.1 Respondente

Drie laerskole het ingewillig om aan die loodsstudie deel te neem. Skool 1 verteenwoordig Engels-moedertaalsprekendes, Skool 2 Tswana-moedertaal- en Skool 3 Afrikaans-moedertaalsprekendes. Alle loodsstudie-vraelyste is van2 tot 10 November 2006 ingeskakel.

Tabel 3.4 Frekwensies van die respondente uit drie skole wat aan die loodsstudie deelgeneem het

	Engels Skool 1	Tswana Skool 2	Afrikaans Skool 3	graad 4	graad 5	graad 6	graad 7	Totaal
Vroulik	110	46	64	37	20	30	46	133
Manlik	46	52	35	54	71	62	33	220
Totaal	156	98	99	91	91	92	79	353

3.3.1.2 Dataversamelingsprosedures

Toestemming is van die Noordwes se onderwysowerhede in Potchefstroom bekom (Addendum A). Hierdie toestemming is vervolgens na die skole geneem, waarna drie skoolhoofde vraelyste goedgekeur en ingestem het dat leerders in hul skool mag deelneem. Afsprake is gemaak vir die inskakeling van die vraelyste en dit is stiptelik nagekom. Die navorser het self toesig gehou by die leerders terwyl hulle die vraelyste invul.

3.3.1.3 Prosedures wat gevolg is met die inskakeling van die drie vraelyste

Alle leerders het eers 'n koeldrank ontvang om te drink, waarna die Basiese Wiskunde-vraelys voltooi is. Nadat leerders vir 15 minute ontspan het en elkeen 'n beskuitjie ontvang en geëet het, het hulle die SOW(P) voltooi. Ná nog 'n pouse (15 minute) en 'n lekker, het die leerders die Wiskunde-woordeskatvraelys voltooi. Leerders het telkens iets te drinke/ete ontvang omdat leerders moontlik honger kon wees en die pouses is toegestaan sodat leerders nie uitgeput sou word nie.

3.3.1.4 Die inwin van kundiges se menings in die ontwerp van die vraelyste

(1) Die menings is ingewin van ses onderwysers in die praktyk (Potchefstroom) vanuit die drie taalgroepe rakende die stellings in die SOW(P), die items in die Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelys.

(2) Tien kinders (graad 4- tot 7-leerders)[20] uit die drie taalgroepe het die vraelyste (d.i. die SOW(P), die Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelys) ingevul. Dit is gedoen om vas te stel hoe dié leerders dit verstaan.

(3) Die drie vraelyste is ook aan verskeie kundiges (prof. J.L. de K. Monteith, prof. M. de Villiers, dr. G. Stols) verbonde aan universiteite voorgelê, sodat die vraagstellings, probleme en woordeskat beoordeel kon word.

Tydens hierdie beoordeling van die stellings is gelet op duidelikheid, eenduidigheid, ondubbelsinnigheid, gebruik van woorde met presiese betekenis en die ekwivalensie van die Afrikaanse, Engelse en Tswana-stellings. Verdere aanpassings is, waar nodig, gemaak.

Voorlopige vraelyste (SOW(P), Basies Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys) is ontwikkel en ingeskakel by 353 graad 4- tot 7-leerders, wat top en lae presteerders ingesluit het.

Vervolgens word gekyk na die stappe wat gevolg is om die SOW aan te pas.

3.3.2 Die aanpassing van die SOW vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders

3.3.2.1 Algemene oriëntering rakende SOW

Die SOW (Maree *et al.*, 1997b) is 'n instrument wat affektiewe- en gedragfaktore, wat met prestasie in Wiskunde geassosieer word, meet. Die SOW is oorspronklik deur Maree *et al.* (1997) ontwerp en gestandaardiseer vir graad 7- tot 11-leerders in die Suid-Afrikaanse konteks.

Skriftelike toestemming is van Maree[21] versoek en ontvang om die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (SOW) vir graad 7 tot 12 met sy samewerking vir die doel van die onderhawige studie aan te pas vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders in Noordwes.

Die SOW bestaan uit ses velde om die ses fasette van graad 7- tot 12-leerders se studie-oriëntasie rakende Wiskunde voor te stel. Die velde (faktore) sluit in studiehouding (14 items), *Wiskunde-angs* (14 items), studiegewoontes (17 items), inligtingverwerking (16

---

[20] Kinders van kollegas is gevra om deel te neem.

[21] Kyk Bylaag.

items), studie-omgewing (13 items) en probleemoplossingstrategieë (18 items). Elkeen van hierdie velde bestaan uit items wat die konstruk meet in terme van 'n 5-punt-Likertskaal vanaf "amper nooit'" "soms", "dikwels", "gewoonlik" tot "amper altyd". Slegs graad 10- tot 12-leerders vul die 16 items rakende inligtingverwerking in.

Die teoretiese velde (konstrukte) van die SOW is deur faktorgeldigheid bevestig (Maree, 1997a). Enkele voorbeelde van stellings uit elke geïdentifiseerde veld van die SOW waarvan die betroubaarheidskoëffisiënte tussen 0.70 en 0.90 varieer, word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 3.5 Velde en voorbeelde van elke veld van die SOW vir graad 9- tot 11-leerders

Veld	Voorbeelde van die velde van die SOW
Studiehouding	1. Dit is vir my lekker om Wiskunde-probleme op te los
Wiskunde-angs	17. Ek verloor punte in Wiskunde-toetse en -eksamens omdat ek die korrekte antwoorde doodtrek
Studie-gewoontes	8. Ek toets myself skriftelik en mondeling oor Wiskunde wat ek leer
Probleemoplossings-gedrag	4. Ek verduidelik Wiskunde vir my maats, ouers of ander persone
Studie-omgewing	10. Ek hou van die plek waar ek my huiswerk doen en my voorberei vir toetse en eksamens in Wiskunde
Inligtingverwerking	77. Ek ken veral in Meetkunde eienskappe aan sketse toe terwyl dit nie daardie eienskappe het nie

Hoewel die instrument oorspronklik ontwikkel is vir gebruik by graad 8- tot 12-leerders (Maree *et al.,* 1997) is dit ook herhaaldelik en met baie goeie gevolg ingeskakel by eerstejaarstudente aan universiteite (Maree *et al.,* 2003). Steyn (2002) het die vraelys aangepas vir gebruik in tersiêre omgewings, terwyl Eiselen (2006) voortgebou het op Steyn se werk.

Die kriteriumgeldigheid van die SOW vir graad 8- tot 12-leerders is deur Maree *et al.* (1997b) geïllustreer. Kriteriumgeldigheid dui die mate aan waartoe prestasie in die SOW verband hou met die respondent se prestasie in Wiskunde op skool.

3.3.2.2 Die ontwikkeling van die SOW(P)

(1) Inleiding

Die SOW word in hierdie studie aangepas vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders en daar word daarna verwys as SOW(P) (Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr)). Die aanpassings het hoofsaaklik langer stellings korter en eenvoudiger gestel, die aantal items is verminder en stellings rakende inligtingverwerking is weggelaat.

Die volgende aspekte is in samewerking met die oorspronklike ontwikkelaar van die SOW (Maree, 1997a) aangepas vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders:

(2) Itemformaat

Die stellings in die SOW(P) het betrekking op hoe individue voel of handel ten opsigte van aspekte van hul prestasie in Wiskunde. Van leerders is verwag om die stellings te beoordeel wat met hul gevoel of waarskynlike optrede ooreenstem. Elke stelling word aan die hand van 'n 3-punt-Likertskaal, naamlik "amper altyd", "soms" en "amper nooit", beoordeel.

Volgens Neuman (2000) is daar twee beginsels waaraan goeie vrae/stellings moet voldoen: (i) items behoort nie verwarrend te wees nie en (ii) respondente se perspektiewe behoort in ag geneem te word. Goeie items verhoog geldigheid en betroubaarheid van vraelyste.

Die doel van die verkorting van die stellings in die SOW is hoofsaaklik om eenvoudiger stellings vir graad 4- tot 7-leerders daar te stel. Sekere stellings is weggelaat om aan te pas by jonger leerders se uithouvermoë (d.i. om nie te moeg te word en daarom nie meer te kan konsentreer nie).

(3) Bewoording van die responskategorieë

Navorsers soos Cohen *et al.* (2000) beskou 'n Likert-tipe skaal, waar sensitiwiteit en differensiasie van response ter sprake kom, as nuttig op voorwaarde dat die woorde wat die response beskryf, diskreet en alomvattend is.

Die woorde wat die responskategorieë in die SOW beskryf en in die vorm van Likert-tipe skaal gegee is, is in samewerking met my studieleiers (Maree en Ellis) vanaf vyf na slegs drie response verminder, naamlik:

Bewoording van die responskategorieë in die SOW:

Byna nooit	Soms	Dikwels	Gewoonlik	Byna altyd

Bewoording van die responskategorieë in die SOW(P)

Amper altyd	Soms	Amper nooit

(4) Bewoording van die stellings

Die navorser het in samewerking met Maree en Ellis die aantal velde, asook vrae vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders verminder[22]. Die bestaande vrae is eenvoudiger gestel en bewerings is verkort. Neuman (2000) noem tien dinge wat vermy behoort te word wanneer items/stellings vir 'n meetinstrument ontwikkel word, naamlik: Vermy (i) jargon, groeptaal of afkortings, (ii) dubbelsinnigheid, verwarring en vaagheid, (iii) emosionele taal en vooroordeel van aansien, (iv) dubbele stellings, (v) rigtinggewende vrae/stellings, (vi) vrae wat te moeilik is vir respondente, (vii) vrae met onwaar vooronderstellings, (viii) vrae rakende toekomstige planne, (ix) dubbele negatiewe, en (x) oorvleueling of ongebalanseerde responskategorieë. Wanneer by hierdie riglyne gehou word, word die geldigheid van die resultate wat ingesamel word, verhoog (Neuman, 2000).

Enkele voorbeelde van stellings in SOW en hoe die spesifieke stelling in die SOW(P) verander is, word vervolgens in tabelvorm weergegee.

[22] Skriftelike toestemming is deur J.G. Maree verleen vir die aanpassing van die vraelys (Kyk Bylaag).

Tabel 3.6 Voorbeelde van stellings in die SOW en die SOW(P)

Faktor/Veld	Bewoording in die SOW	Bewoording in die SOW(P)
Studie-houding	1. Dit is vir my lekker om Wiskunde-probleme op te los	1. Ek hou van Wiskunde
Wiskunde-angs	17. Ek verloor punte in Wiskunde-toetse en -eksamens omdat ek die korrekte antwoorde doodtrek	13. Ek trek regte antwoorde dood
Studie-gewoontes	8. Ek toets myself skriftelik en mondeling oor Wiskunde wat ek leer	23. Ek doen somme as ek Wiskunde leer
Probleem-oplossings-gedrag	4. Ek verduidelik Wiskunde vir my maats, ouers of ander persone	33. Ek verduidelik Wiskunde vir my maats
Studie-omgewing	10. Ek hou van die plek waar ek my huiswerk doen en my voorberei vir toetse en eksamens in Wiskunde	41. Ek hou van die plek waar ek huiswerk doen
Inligting-verwerking	77. Ek ken veral in Meetkunde eienskappe aan sketse toe terwyl dit nie daardie eienskappe het nie	[Uitgelaat vir graad 4- tot 7-leerders]

Daar is dus seker gemaak dat die aangepaste items ooreenkom met die beginsels van goeie stellings wat deur Neuman (2000) en Cohen *et al.* (2000) aanbeveel het. Soos in die geval van die SOW, is sydigheid in items ten opsigte van taal, geslag, ras en ekonomiese milieu beperk deur gebruik te maak van terugvertaling (3.3.2.2.(v)), die kundiges (3.3.1.4) wat die items krities beoordeel het, asook deur die loodsstudie (3.3.1) (Maree, 1997a).

Verder is stellings rakende inligtingverwerking weggelaat, aangesien die navorser en die oorspronklike ontwikkelaar (Maree, 1997a) saamgestem het dat jonger leerders se denke nog nie tot op die vlak ontwikkel het waar hulle bewus is van hoe hulle inligting verwerk nie.

(5) Tale waarin die SOW(P) vertaal is

Aangesien Tswana in Noordwes ook 'n moedertaal is soos Afrikaans en Engels 'n moedertaal van leerders is, is die SOW(P) in hierdie drie tale vertaal. Die SOW(P) (Afrikaans) is in Engels vertaal en terugvertaal in Afrikaans en die SOM(P) (Engels) is in Afrikaans vertaal waarna kundige taalversorgers dit vir kwaliteit gekontroleer en verbeter het. Hierdie twee weergawes is met mekaar vergelyk sodat die stellings in albei hierdie tale dieselfde betekenis het. Daarna is die *Study Orientation Questionnaire in Mathematics* (Primary) (*SOM(P)*) in Tswana (Swanepoel, 2006; Zerwick, 2006) vertaal en terugvertaal in Afrikaans (SOW(P)). Dit is gedoen as addisionele kwaliteitversekeringsmaatreël om te verseker dat die stellings in SOW(P) in al drie die tale (Engels, Afrikaans en Tswana) dieselfde betekenis het.

(6) Konstruk- en kriteriumgeldigheid van die SOW(P)

Konstruk- sowel as kriteriumgeldigheid kan alleenlik empiries vasgestel word en daarom sal dit eers in die derde fase van die studie – data-analise en geldigheidsbepalingsfase – geïdentifiseer word[23].

3.3.2.3 Data-analise en resultate van die voorlopige SOW(P)

(1) Itemontleding

Die skeefheid van items dui aan by watter items leerders se response oorwegend óf *amper nooit* óf *amper altyd* was, sodat daar nie 'n normale verspreiding tussen die drie responskategorieë is nie. Hierdie items diskrimineer nie voldoende nie en voeg nie waarde toe tot die interpretasie van leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde nie. Tien van die 51 oorspronklike items is ná deeglike besinning en in samewerking met Maree en Ellis weggelaat.

Itemverfyning is bewerk deurdat die bewoording van alle items in die SOW(P) heroorweeg (in samewerking met Maree en Ellis) en aangepas of duideliker gestel is. Items waarin dubbele negatiewe voorgekom het, is verander na positiewe stellings. Stellings is verder vereenvoudig en selfs verkort om te verseker dat leerders die stellings duidelik en maklik verstaan. Taalkundiges het die items weer taalkundig versorg en vergelyk.

---

[23] Kyk 4.4 en 4.9

(2) Faktoranalise

Faktoranalise is 'n analitiese tegniek wat empiries bepaal hoeveel konstrukveranderlikes of faktore onderliggend aan 'n versameling items is met die doel om data beter te verstaan. Bryman en Cramer (2001) onderskei drie redes waarvoor faktoranalise gebruik word, naamlik om die mate waarin items dieselfde konstruk bespreek en die aantal items wat onttrek kan word, te bepaal, asook om die kompleksiteit van sosiale gedrag te help verduidelik deur die items tot 'n hanteerbare aantal faktore te verminder.

Bevestigende faktoranalise is 'n model wat 'n teorie bevestig (d.w.s. die navorser begin met 'n hipotese voor die data-analise uitgevoer word), terwyl verkennende faktoranalise 'n teorie genereer (*i.e.* die navorser nie oor 'n *priori* toereikende bewys beskik om 'n hipotese te vorm nie) (Stevens, 1996). Die onderhawige faktoranalise is uitgevoer met die doel om data rakende die aantal of aard van faktore wat die kovariansie tussen veranderlikes verklaar, te verken, aangesien die navorser nie oor 'n *priori*, toereikende bewys beskik om 'n hipotese te vorm rakende die aantal faktore onderliggend aan die data nie (Stevens, 1996).

Verkennende faktoranalise is 'n statistiese prosedure wat uitgevoer word om die geldigheid van 'n meetinstrument te bepaal en word uitgevoer wanneer die navorser – soos in hierdie studie – geen hipotese rakende die aard van die onderliggende faktorstruktuur van die meetinstrument gestel het nie, asook wanneer die meetinstrument by 'n nuwe populasie (graad 4- tot 7-leerders) ingeskakel word. Die prosedure van verkennende faktoranalise vereis dat besluite rakende die volgende aspekte geneem moet word: (i) die aantal faktore wat onttrek word; (ii) die statistiese metode wat uitgevoer word om faktore te onttrek; asook (iii) die rotasie (Rietveld & Van Hout, 1993).

Eerste-orde-faktoranalise met 'n skuinsrotasie is gedoen op 41 items waaruit 13 onderliggende faktore onttrek is. 'n Tweede-orde-faktoranalise met skuinsrotasie is op die 13 faktore uit die eerste-orde-faktoranalise uitgevoer, waaruit vier onderliggende faktore onttrek is.

Die toereikendheid van die steekproefneming (n = 353) is gemeet deur die Kaiser-Meyer-Olkintoets (KMO), wat 0.752 is en wat 'n goeie beeld gee. Die KMO statistiek wissel tussen 0 en 1, met waardes nader aan 0 wat aandui dat faktoranalise moontlik ontoepaslik mag wees, terwyl waardes nader aan 1 daarop dui dat faktoranalise aparte, betroubare faktore sal lewer. Kaiser het in 1974 aanbeveel dat waardes van 0.5 byna onaanvaarbaar laag is,

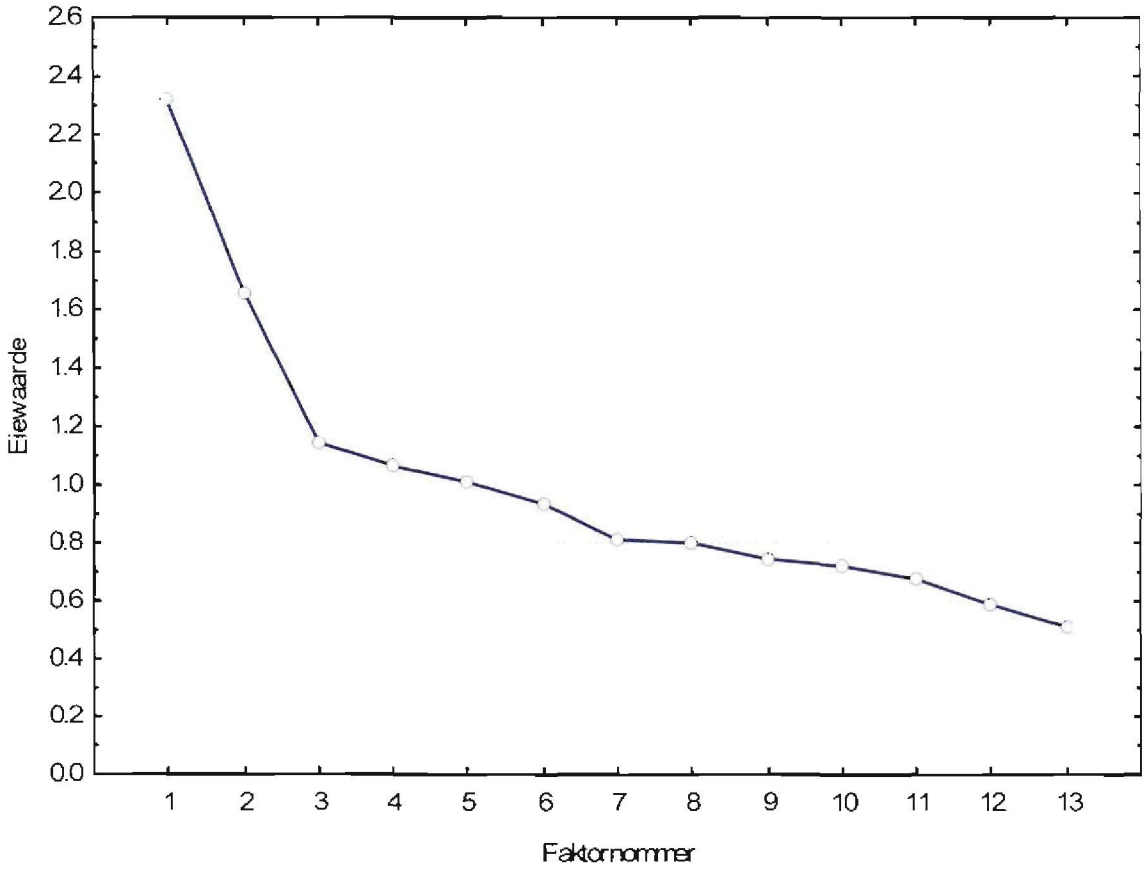
waardes tussen 0.5 en 0.7 middelmatig, waardes tussen 0.7 en 0.8 goed, terwyl waardes tussen 0.8 en 0.9 baie goed en waardes bo 0.9 puik is (Hutcheson & Sofroniou, 1999).

Die SPSS-rekenaarprogram (SPSS Inc., 2005) is vir faktoranalises gebruik om die konstrukgeldigheid van die SOW(P) te bepaal.

(3) Besluit oor die aantal faktore wat onttrek word

(a) *Scree*-plot

Die algemeenste metode wat toegepas word om die aantal faktore te bekom, is die *Scree*toets (-plot). Die *Scree*-plot is 'n tweedimensionele grafiek met die faktore op die x-as en die eiewaardes op die y-as. Eiewaardes word bekom deur die proses van hoofkomponentanalise en stel die variansie wat deur elke onderliggende faktor verklaar word, voor. Cattell (1966) se *Scree*-toets (plot) dui die eiewaardes op 'n tweedimensionele assestelsel aan sodat die knakpunt vanwaar eiewaardes afneem, bepaal kan word (Child, 1970; Kim & Mueller, 1978; Norusis, 1990; De Vellis, 1991). 'n *Scree*-plot wat uit die ontleding van die data bekom is, toon aan dat vier onderliggende faktore onttrek behoort te word. Hierdie faktore het eiewaardes groter as 1 (Kyk Figuur 3.1).



Figuur 3.1 *Scree*-plot diagram (knakgrafiek) met eiewaardes van tweede-orde-faktoranalise

Uit die *Scree*-plot is dit duidelik dat die eerste paar faktore die meeste van die variansie verklaar, en dat die oorblywende faktore kleiner eiewaardes het. Hierdie benadering vereis 'n sekere hoeveelheid subjektiewe oordeel wanneer op die aantal faktore besluit word.

(b) Kaiser se kriterium

'n Ander benadering om die aantal faktore te bepaal, is Kaiser se kriterium wat eenvoudig stel dat die faktore wat onttrek moet word, gelyk moet wees aan die aantal faktore waarvan die eiewaardes groter as 1.0 is (Field, 2005). Die eiewaardes van die 13 faktore word vervolgens in tabelvorm verstrek.

Tabel 3.7 Eiewaardes van 13 eerste-ordefaktoranalise veranderlikes

Faktor	Oorspronklike eiewaardes
1	**3.270**
2	**1.507**
3	**1.179**
4	**1.108**
5	.983
6	.866
7	.805
8	.763
9	.638
10	.595
11	.504
12	.419
13	.361

Dit blyk uit Tabel 3.7 dat vier faktore se eiewaardes groter as 1.0 is.

Wanneer op die aantal faktore besluit is, word faktoranalise uitgevoer om die beladings vir elke faktor te bepaal. 'n Besluit rakende die wiskundige oplossing wat gebruik behoort te word, moet dus nou geneem word. Daar is 'n aantal onttrekkingsmetodes waarvan hoof-as-analise (*principal axis factoring)* (wat faktorbeladings vir elke item op elke faktor voorsien) een is. In 'n eenvoudige struktuur sal die meeste items 'n groot belading op een faktor hê en kleiner beladings op die ander faktore (Field, 2005). Die struktuur wat in die onderhawige geval deur algemene faktoranalise bekom is, was nie eenvoudig nie, en daarom was dit nodig om faktorrotasie uit te voer.

(4) rotasie en belading vir elke faktor

Om die interpreteerbaarheid van faktore te verhoog, word dit geroteer om die beladings van sommige van die faktore te optimeer. Die bekendste metodes wat hier gebruik word, is ortogonale rotasie – wat faktore oplewer wat onafhanklik van mekaar is – en *oblique*- of skuinsrotasie – waar faktore met mekaar korreleer (Bryman & Cramer, 2001). Data van

hierdie studie is geanaliseer deur 'n skuinsrotasie uit te voer aangesien daar vermoed is dat die faktore met mekaar korreleer.

(a) *Oblimin*-rotasie met Kaiser-normalisering

Die *oblique*-rotasieproses wat gebruik is, is bekend as *Oblimin* met Kaiser-normalisering. In hierdie studie is faktoranalise aanvanklik op 41 items uitgevoer (hoofkomponentanalise *Oblimin* met Kaiser-normalisering) (Norusis, 1990). Alle beladings groter as 0.2 is in ag geneem.

Die resultate van 'n skuinsrotasie lewer 'n patroon- sowel as 'n struktuurmatriks. Die patroonmatriks toon die faktorbeladings aan, terwyl die korrelasies tussen faktore in ag geneem word by die struktuurmatriks en word gewoonlik as kontrolemaatreël gebruik (Field, 2005; Rietveld & Van Hout, 1993).

Vervolgens word die patroonmatriks van die tweede-orde-faktoranalise in tabelvorm verstrek.

Tabel 3. 8 Patroonmatriks

	Faktor			
	1	2	3	4
Passiewe angs	**.659**			
Milieu	**.650**			-.241
Belewing van Wiskunde-klas	**.628**	-.247		
Onsekerheid	**.504**			-.250
Antwoorde doodtrek	**.321**			
Stel huiswerk uit	**.307**			
Selfbeeld		**.680**		
Aandag		**.642**		
Energie		**.635**		
Hulp-soek			**.559**	
Insig			**.244**	
Taal				**-.427**
Selfwerkstrategie				**.371**

Onttrekkingsmetode: hoofas-analise; rotasie: *Oblimin* met Kaiser-normalisering

Vir die patroonmatriks van hierdie data (Tabel 3.8) het vier faktore te voorskyn gekom. Dit blyk dat faktor 1 die hantering van emosionele en fisieke uitdagings voorstel, faktor 2 selfdoeltreffendheid en selfkonsep, faktor 3 selfwerkstrategieë terwyl faktor 4 die hantering van kognitiewe uitdagings voorstel.

Die struktuurmatriks verskil daarin dat die gedeelde variansie wat vir die interpretasie van faktore belangrik is, nie geïgnoreer word nie (Field, 2005; Rietveld & Van Hout, 1993).

Tabel 3.9 Struktuurmatriks

	Faktor			
	1	2	3	4
Milieu	**.709**	-.265		-.433
Belewing van Wiskunde-klas	**.677**	-.457		
Passiewe angs	**.653**	-.235		-.258
Onsekerheid	**.633**	-.364		-.423
Stel huiswerk uit	**.364**			-.225
Antwoorde doodtrek	**.289**			
Selfbeeld	-.231	**.672**		
Energie	-.312	**.667**		
Aandag	-.203	**.613**		
Insig	-.239	**.281**	.268	
Hulp-soek			**.558**	
Taal				**-.435**
Selfwerkstrategieë				**.377**

Onttrekkingsmetode: hoofas-analise; rotasie: *Oblimin* met Kaiser-normalisering

Vervolgens word die korrelasiematriks weergegee.

(5) Korrelasies tussen faktore

Die korrelasiematriks dui die korrelasie-koëffisiënte tussen faktore aan. Riglyne om die betekenisvolheid van korrelasies te interpreteer, is gegrond op Steyn (2005) se voorstel dat korrelasies van 0.3 kan dui op moontlike betekenisvolheid en korrelasies van 0.5 kan dui op praktiese betekenisvolheid.

Besonderhede van die korrelasies tussen faktore word in Tabel 3.10 weergegee. Die vetgedrukte syfers toon die moontlike beduidende korrelasies aan.

Tabel 3.10 Faktorkorrelasiematriks

Faktor	1	2	3	4
1. Hantering van emosionele en fisieke uitdagings	1.000			
2. Selfdoeltreffendheid en selfkonsep	**-.393**	1.000		
3. Selfwerkstrategieë (Leerstrategieë)	-.021	.138	1.000	
4. Hantering van kognitiewe uitdagings	**-.303**	.174	-.044	1.000

Onttrekkingsmetode: hoofas-analise; rotasie: *Oblimin* met Kaiser-normalisering

Die korrelasies (Pearson se *r*) tussen die vier verskillende faktore toon dat van die leerders wat aan die loodsstudie deelgeneem het, die oortuiging rakende die hantering van emosionele en fisieke uitdagings (faktor 1) moontlik prakties betekenisvol negatief korreleer met die oortuigings rakende selfdoeltreffendheid en selfkonsep (faktor 2) sowel as met die hantering van kognitiewe uitdagings (faktor 4). Die feit dat hierdie korrelasies bestaan, impliseer dat daar verbande is tussen die konstrukte wat gemeet is.

(6) Interne konsekwentheid van die betroubaarheid van die faktore

Betroubaarheidsanalise is op die items in die vraelys uitgevoer in ooreenstemming met die vier faktore. Die konsekwentheid van die vraelys word weergegee deur die betroubaarheidskoëffisiënt. Die Cronbach-alpha (α) bereken die gemiddelde van alle moontlike halveermetode-betroubaarheidskoëffisiënte. Volgens Nunnally (1978) kan 'n instrument met 'n betroubaarheidskoëffisiënt van ongeveer 0.60 tot 0.65 waardevolle inligting lewer, mits die toetsresultate met die nodige versigtigheid en kundigheid hanteer word. In die onderhawige loodsstudie het die Cronbach-alpha aanvaarbare omvang van betroubaarheidskoëffisiënte gelewer. Die resultate van die betroubaarheid van die vier faktore word in Tabel 3.11 weergegee.

Tabel 3.11 Resultate van die betroubaarheid van faktore (Cronbach α-waardes)

Faktor	Eerste-orde-faktore	Items	Cronbach α
Faktor 1	Passiewe angs	14, 34, 36, 44	.61
	Milieu	7, 8, 26, 27, 31, 51,	.64
	Onsekerheid	32, 39, 40, 42, 46	.60
	Belewing van Wiskunde-klas	15, 21, 24	.52
	Uitstel	11	
	Antwoorde doodtrek	13	
Faktor 2	Energie	9, 16, 23r, 41, 48r	.66
	Selfbeeld	1, 2, 6, 10, 12, 29, 33	.70
	Aandag	20	
Faktor 3	Insig	25, 28, 35, 37, 45	.52
	Hulpsoekstrategieë	18, 43	.50
Faktor 4	Selfwerkstrategieë	19, 50	.50
	Taal	4	

Die skaal aan die hand waarvan leerders se oortuigings rakende selfdoeltreffendheid en selfkonsep (faktor 2) (0.66 tot 0.70) en hul hantering van emosionele en fisieke uitdagings (faktor 1) (0.52 tot 0.64) gemeet word, lewer hoër alpha-waardes as die laer koëffisiënte wat leerders se selfwerkstrategieë (faktor 3) (0.50 en 0.52) en die hantering van kognitiewe uitdagings (faktor 4) (0.50) lewer. In die geheel gesien, kan hierdie instrument dus beskou word as betroubaar vir die doel waarvoor dit beoog word, naamlik om leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde te meet.

(7) Itemsydigheid

Sydigheid in items ten opsigte van taal, ras, geslag en sosio-ekonomiese agtergrond moes beperk word. Stappe wat gedoen is om die komplekse probleem op te los, het gebruik gemaak van terugvertaling (3.3.2.2.(v)), kundiges (3.3.1.4) wat hul insette gelewer het asook die loodsstudie (3.3.1) soos voorgestel deur Brislin (1986) en Oakland (1977). Die doel hiervan was om die SOW(P) in Afrikaans sowel as in Engels en Tswana aan die

verskillende moedertaalgroepe te bied, met behoud van dieselfde idees oor taalgrense heen (Maree, 1997a).

Aparte faktoranalises is nie vir die drie verskillende moedertaalgroepe gedoen nie, aangesien die loodspopulasie te klein was. Phi-koëffisiënte (Kyk: 4.4.6.2) is van elke item bereken vir die graad-, geslag-, asook moedertaalgroepe. Die minimum en maksimum waardes wat gelewer is, word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 3.12 Minimum en maksimum phi-koëffisiënte vir graad-, geslag- en moedertaalgroepe

Groep	Minimum phi-koëffisiënte	Maksimum phi-koëffisiënte
Taal Afrikaanssprekendes / Engelssprekendes / Tswanasprekendes	0.076	0.403
Geslag Manlik / Vroulik	0.007	0.24
graad graad 4, garaad 5, graad 6, graad 7	0.101	0.303

Dit is belangrik om te bepaal of die verband groot genoeg is, om belangrik te wees. Cohen (1988) gee die volgende riglyne vir die interpretasie van die effekgrootte: $\omega = 0.1$ dui op 'n klein effek, $\omega = 0.3$ op 'n moontlik prakties betekenisvolle effek en $\omega = 0.5$ 'n prakties betekenisvolle effek. Die phi-koëffisiënte was nêrens prakties betekenisvol nie, wat geen rede gegee het om itemsydigheid te vermoed nie.

Die kruiskulturele ekwivalensie van die SOW(P) is heroorweeg deur die interne struktuur daarvan deur verkennende faktoranalises, vergelyking van itemontledings, berekening van betroubaarhede en korrelasies te ondersoek (Cudeck & Claassen, 1983; Retief, 1988).

(8) Gevolgtrekkings

Die SOW(P) wat vir die primêre dataversameling ingeskakel gaan word, het 41 stellings wat vier onderliggende faktore van studie-oriëntasie in Wiskunde insluit. Stellings se responskategorieë is "amper altyd", "soms" en "amper nooit". Die SOW(P) is in Afrikaans, Engels en in Tswana vertaal vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders in Noordwes.

Die stappe wat gevolg is om twee nuwe kognitiewe meetinstrumente ('n Basiese Wiskunde- en 'n Wiskunde-woordeskatvraelys) vir moontlike gebruik in Wiskunde-klasse in Suid-Afrika, graad 4 tot 7, saam te stel, word vervolgens weergegee.

3.3.3 Instrumente vir die meet van basiese Wiskunde-vaardigheid en Wiskunde-taalbevoegdheid

3.3.3.1 Inleidende oriëntering

Ek het dit goed gedink om sowel 'n basiese kognitiewe Wiskunde- en 'n Wiskunde-taalvaardigheidsmeetinstrument gelyktydig met die aanpassing van die SOW(P) te ontwikkel, aangesien daar kennelik 'n opvallende leemte is aan 'n instrument waarmee graad 4- tot 7-leerders se prestasie in Wiskunde en Wiskunde-taalbevoegdheid gemeet kan word (Maree, Molepo, Owen & Ehlers, 2005) .

3.3.3.2 Die samestelling van die Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) vir inhoudsgeldigheid

Nunnally en Bernstein (1994) beveel aan dat wanneer nuwe vraelyste saamgestel word, die volgende plan van aksie gevolg word:

(a) Definiëring van die inhoud van die meetinstrumente

(b) Besluit oor die tipe items

(c) Aantal items per onderafdeling van die inhoud – leerarea Wiskunde

(d) Die bepaling van die tydsduur vir die afneem van die meetinstrumente

(e) Inskakelingsprosedures van voorlopige meetinstrumente

(f) Statistiese ontleding van die data wat uit die loodsstudie bekom is

(g) Itemontleding rakende die moeilikheidsgraad en die diskriminasiewaarde van items.

Vervolgens word elke stap wat beplan en gevolg is, in meer diepte bespreek.

(a) Bepaling van die inhoud van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)

Die samestelling van die Basiese Wiskunde- sowel as die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) vereis die definiëring van die omvang van die inhoud, sodat dit **wat** gemeet gaan word, vir **wie** dit gebruik gaan word, asook 'n plan **hoe** dit gemeet gaan word, duidelik omskryf word, aangesien inhoudsgeldigheid die vertrekpunt is van instrumente wat prestasie meet (Nunnally & Bernstein, 1994).

Items in hierdie meetinstrumente is gegrond op die basiese Wiskunde en Wiskunde-woordeskat, soos vervat in die vyf leeruitkomste vir die Leerarea Wiskunde in die Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van Onderwys, 2002) vir graadR tot 9. Hierdie vyf leeruitkomste sluit in: (i) getalle; (ii) getalpatrone; (iii) meting; (iv) vorm en ruimte; en (v) datahantering.

(b) Die itemformaat van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)

Die Basiese Wiskunde- én die Wiskunde-woordeskatvraelys (potlood-en-papier-instrumente) bestaan uit meervoudige keusevrae wat van vyf moontlike response voorsien is en waarvan slegs een korrek is. Vrae in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) sluit eenvoudige basiese konsepte, kennis en/of insigte in Wiskunde in, terwyl die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) basiese woorde/terme wat by graad 4- tot 7-leerders vereis word, insluit. Meer komplekse interpretasies en oplossings is nie by die Basiese Wiskunde-vraelys ingesluit nie, aangesien meervoudige-keusevrae nie ruimte laat om verduidelikings en ondersteunende stellings te maak nie. Wanneer graad 4- tot 7-leerders geassesseer word, is dit belangrik dat die vrae met hul ontwikkelingsvlak ooreenkom. Die vrae is dus duidelik en bondig gestel om sodoende die lading te beperk van dit wat van die leerders verwag word om te lees, te interpreteer en daarop te reageer. Die moontlike response wat verkeerd is, is aanvaarbaar en nie misleidend nie (TIMSS, 2003d).

Voorbeelde van items in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) word in tabelvorm weergegee:

Tabel 3.13 Voorbeelde van items en response in die oorspronklike Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)

	Voorbeeld van items en response
Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)	**8.** **18 ÷ 3 X 4 = ...** a. 32 b. 16 c. 12 d. 18 e. 24
Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)	**9.** $\frac{1}{2}$ **en** $\frac{4}{8}$ **is** a. priemgetalle b. ekwivalente breuke c. desimale breuke d. telgetalle e. nie een van hierdie nie

(c) Die aantal items per leeruitkoms van die leerarea Wiskunde

'n Betroubare meetinstrument fasiliteer potensieel meer betroubare resultate. Wanneer 'n konstruk gemeet word, behoort die aantal items die omvang van die domein toereikend te toets en tegelykertyd inhoud- en konstrukgeldigheid te bevorder (Cronbach & Meehl, 1955). Verskeie faktore in die praktyk, soos leerders wat uitgeput raak, beskikbare tyd of geletterdheid, plaas 'n beperking op die aantal items per instrument (Anastasi, 1976). Te min items, aan die anderkant, kan die inhoud- en konstrukgeldigheid en betroubaarheid van die instrument bedreig (Kenny, 1979; Nunnally & Bernstein, 1994).

Die navorser het soveel vrae moontlik wat betrekking het op die basiese Wiskunde en die toepaslike Wiskunde-woordeskat saamgestel. Soortgelyke vraelyste wat deur ander navorsers ontwerp is, sowel as handboeke vir skoolWiskunde, is geraadpleeg, naamlik:

- Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing (1993): *Longitudinale ondersoek van skolastiese ontwikkeling. Wiskunde: Standerd 7*

- Barnard, J.J. (*s.a.*): *Diagnostiese toetse in wiskundige taal.* Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing

- TIMSS (2003f): Mathematics items. Released set. Eighth Grade (TIMSS, 2003a)

- TIMSS (2003e): Mathematics items. Released set. Fourth Grade (TIMSS, 2003b)

- Hutton, K., Mabuza, T., Twala, S., Van der Walt, M., Van Deventer, L. en Wagner, D. (2004): *Stepping into Mathematics, Grade 4 to Grade 6*

- Goba,B., Stolk, F., en Van der Walt, M. (2005): *Raakvat Wiskunde graad 7*

Daar is verder in gedagte gehou dat leerders nie in een deel van die vraelys swak, maar in 'n ander deel baie goed, behoort te presteer nie (Nunnally & Bernstein. 1994).

Vervolgens word die aantal items per leeruitkoms van die leerarea Wiskunde, soos in die oorspronklike meetinstrumente, in tabelvorm weergegee.

Tabel 3.14 Aantal items per leeruitkoms ingesluit in die oorspronklike meetinstrumente

Leeruitkoms	Basiese Wiskunde-vraelys	Wiskunde-woordeskatvraelys
1 Getalle	29	11
2 Getalpatrone	2	3
3 Meting	6	3
4 Vorm en ruimte	5	6
5 Datahantering	2	1
Totale aantal items	44	24

(d) Bepaling van die tydsduur van die toets asook die totale aantal items per vraelys

'n Kenmerk van 'n kognitiewe meetinstrument is die beperking op die tyd om die vraelys in te vul (Scheepers, 1992). Die inskakeling van die voorlopige instrumente by 'n groep leerders wat soortgelyk is aan die respondente in die hoofstudie het riglyne verskaf vir die tydsduur van die vraelyste. Leerders het almal tydens die loodsstudie gemiddeld 1,5 minute per item geneem om die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) (44 items) in te vul en gemiddeld 1 minuut per item om die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (25 items) in te vul. Indien die tydsduur waarin alle leerders die finale Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) (15 items) en die finale Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (12 items) behoort in te vul, hiervolgens bereken word, is 25 minute (meer as 1.5 minute per item) en 15 minute (meer as 1 minuut per item) onderskeidelik, toereikend.

(e) Inskakelingsprosedures by die loodsstudie

Die voorlopige toetsitems is op 'n toepaslike groep leerders (n = 353) gedurende November 2006[24] ingeskakel.

(f) Statistiese ontleding van die data wat uit die loodsstudie bekom is

Die som van items wat onderling korreleer, mag bereken word om 'n totale telling vir elke deelnemer te bepaal. Cronbach se alpha skat die betroubaarheid van hierdie tipe skaal deur die interne konsekwentheid van die meetinstrument of die gemiddelde korrelasies van die items in die meetinstrument te bepaal (Nunnally & Bernstein, 1994)

Cronbach-alpha (α) fasiliteer die mate waarin items, in 'n enkele meetinstrument, 'n hoë korrelasie met mekaar toon (Leedy & Ormrod, 2001). Cronbach-alpha waardes word vervolgens in tabelvorm verstrek.

---

[24] Kyk 3.4 vir volledige beskrywing van die inskakelingsprosedures wat gevolg is.

Tabel 3.15 Cronbach α-waardes vir die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (loodsstudieresultate)

Vraelys	α-waarde
Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)	0.80
Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)	0.70

Die voorlopige α-waardes is 0.80 en 0.70 vir die Basiese Wiskunde- en Wiskunde-woordeskatvraelys onderskeidelik en dit kan as betroubaar beskou word vir die doel waarvoor dit in die onderhawige studie gebruik word.

(g) Itemontleding

(1) Inleidende oriëntering

Hoewel inhoudsgeldigheid primêr op rasionele eerder as empiriese gronde berus, is 'n itemontleding noodsaaklik aangesien 'n verskeidenheid statistiese data rakende response op elke item, asook die verhouding van elke item tot die prestasie in geheel, belangrike inligting rakende die items lewer (Nunnally & Bernstein, 1994).

Itemontleding van die data het elke item se moeilikheidsgraad (d.i. watter deel van die individue/groep het dit korrek beantwoord) en diskriminasiewaarde (d.i. hoe hoog die verband met die totale telling vir die toets is) gedefinieer. Hieruit is hersiene gewysigde weergawes van die instrumente saamgestel (Nunnally & Bernstein, 1994).

(2) Diskriminasie

Dit is nodig om die mate waarin items tussen top- en swakpresteerders diskrimineer, te bepaal (Kehoe, 1995). Die beste item(s) in enige toets, volgens Kehoe (1995), is waarskynlik items wat (i) nie verwarrend en waarvan die moeilikheidsgraad nie ekstreem is nie; (ii) wat die hoogste diskriminasiewaarde(s) lewer; en (iii) wat die geldigheid van individuele verskille in die finale instrument, verhoog.

In 'n 'goeie' toets sal 30% tot 80% van die respondente meesal die korrekte antwoord kies (Kehoe, 1995; Nunnally & Bernstein, 1994).

(3) Moeilikheidsgraad van items

Aangesien hierdie meetinstrumente nuut ontwikkel is, is items eerder te maklik as te moeilik gemaak. Die vlakke van moeilikheidsgraad van items is versprei oor die graad 4- tot 7-inhoud van die leerarea Wiskunde, soos aanbeveel deur Scheepers (1992). In die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) was 30 items op graad 4-standaard en 14 items op graad 5- tot 6-standaard, terwyl in die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) 20 woorde/terme in graad 4 bekend behoort te wees en vyf woorde/terme in graad 5.

(4) Analise van die afleiers

In 'n meervoudige-keusevraelys word die verkeerde keuses 'afleiers' genoem. Die volgende riglyne is in ag geneem tydens die ontleding van die items in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (SPSS, *s.a.*):

(a) 'n Persentasie van die respondente behoort elke afleier te kies, anders is die afleier nie effektief nie;

(b) As 'n te groot persentasie respondente die spesifieke verkeerde afleier gekies het, mag die bewoording van die item of afleier(s) dubbelsinnig of onduidelik gestel wees;

(c) 'n Afleier is waardevol wanneer die persentasie respondente wat dit gekies het, verskil op grond van hul prestasie in die toets in die geheel. 'n Goeie afleier word deur min respondente wat in die top derde van die groep presteer, gekies en deur baie respondente wat in die onderste derde van die groep presteer.

(5) Die verbetering van die vermoë van items om te diskrimineer

Enkele van die riglyne wat Kehoe (1995) voorgestel het om die vermoë te verbeter van items om te diskrimineer, is gevolg, naamlik:

(i) Afleiers wat nie deur respondente gekies is nie, is vervang of geëlimineer aangesien dit nie tot die toets se diskriminasievermoë (tussen goeie en swak tellings van respondente) bydra nie;

(ii) Wanneer die meerderheid van die respondente 'n item verkeerd beantwoord het, beteken dit nie noodwendig dat die item verander is nie, hoewel die akkuraatheid van die items gekontroleer is;

(iii) Items wat die meeste respondente korrek gehad het, is weggelaat of vervang deur moeiliker items.

Items waarvan die diskriminasiewaarde kleiner as 0.35 is, is weggelaat omdat dit nie goed diskrimineer nie (Nunnally & Bernstein, 1994).

Bachman (2004) beveel aan dat slegs items waarvan die *proporsie korrek* tussen 0.25 en 0.75 of 0.20 en 0.80 varieer en met itemdiskriminasiewaarde groter of gelyk aan 0.30, in die finale toets ingesluit behoort te word.

(6) Itemsydigheid

Sydige items is items waarin respondente met gelyke vermoëns uit die verskillende subgroepe (bv. taal/geslag/graad) verskillende tellings behaal (Osterlind & Martois, 1980). Aangesien die loodsstudie nie genoeg data gehad het *(i.e.* die groep was te klein) om itemsydigheid met faktoranalise te ondersoek nie, is effekgroottes bepaal om praktiese betekenisvolheid van verbande in items, tussen geslag-, graad- en taalgroepe, te bepaal. Effekgroottes is onafhanklik van die grootte van die populasie (Ellis & Steyn, 2003).

Die effekgrootte in die geval van 'n 2 x 2 tabel word gegee deur die phi- (Φ) koëffisiënt en riglyne vir die interpretasie daarvan word aangedui as: 'n klein effek: $\omega = 0.1$; 'n medium effek: $\omega = 0.3$ en 'n groot effek: $\omega = 0.5$ (Cohen, 1988). Vervolgens word die minimum en maksimum phi-koëffisiënte van items in die Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys in tabelvorm verstrek.

Tabel 3.16 Minimum en maksimum waarde van φ-koëffisiënt per geslag-, graad- en taalgroepe

	Geslag		graad		Taal	
Waarde van phi-koëffisiënt	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)	0.0005	0.16	0.03	0.41	0.07	0.46
Wiskunde-woordeskat-vraelys (Primêr)	0.001	0.15	0.09	0.43	0.04	0.65

Uit Tabel 3.16 blyk dat effekgroottes meestal klein ($\omega < 0.1$) was (Kyk: 4.4.6.2). Individuele items se verband tussen geslag-, taal en graadgroepe was oor die algemeen nie prakties betekenisvol nie. Agt items uit die 44 items in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) het effekgroottes groter as of gelyk aan 0.4 gehad, wat op praktiese betekenisvolheid dui. Slegs vyf daarvan is in die finale meetinstrument behou. Slegs drie items uit die 25 items in die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) het effekgroottes groter as 0.4 gehad (*i.e.* dui op praktiese betekenisvolheid) en twee daarvan het in die finale vraelys oorgebly.

(7) Die finale meetinstrumente

Die finale weergawes van die Basiese Wiskunde-vraelys en Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) bestaan uit 'n totaal van 15 en 12 items onderskeidelik. Die samestelling (inhoud) van die vraelyste (Cohen *et al.*, 2000; Neuman, 2000) volgens die aantal items per leeruitkoms (inhoud) word in tabelvorm verstrek.

Tabel 3.17 Aantal items per leeruitkoms in die finale Basiese Wiskunde- en Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)

Leeruitkoms	Basiese Wiskunde-vraelys	Wiskunde-woordeskatvraelys
1. Getalle	9	8
2. Getalpatrone	1	1
3. Meting	3	2
4. Vorm en ruimte	1	1
5. Datahantering	1	0
Totale aantal items	15	12

3.3.3.4 Inhouds- en kriteriumgeldigheid van die Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)

Die konstrukgeldigheid (d.i. die mate waarin 'n meetinstrument meet wat dit veronderstel is om te meet) van nuwe meetinstrumente wat ontwikkel word, kan slegs deur statistiese prosedure/prosedures (faktoranalise) bepaal word (Cohen *et al.*, 2000; Neuman, 2000). Die kriteriumgeldigheid van die nuwe meetinstrumente wat ek ontwikkel het, het veral betrekking op voorspellingsgeldigheid, met ander woorde die mate waarin – in hierdie geval – Wiskunde-taalvaardigheid en woordeskat in Wiskunde, toekomstige gedrag/prestasie in Wiskunde kan voorspel (Neuman, 2000), en kan dus nie getoets word nie.

3.4 Implementeringsfase

Gedurende die implementeringsfase word die drie vraelyste (d.i. die SOW(P), die Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)) ingeskakel om die data vir die hoofstudie te bekom.

3.4.1 Teikenpopulasie

Die teikenpopulasie vir die onderhawige studie is alle graad 4- tot 7-leerders uit skole in Noordwes waar leerders oorwegend Tswana-, Afrikaans- en Engelssprekend is.

3.4.2 Steekproefstrategie

Vir hierdie studie is 'n doelgerigte trossteekproef getrek (alle graad 4- tot 7-leerders in 'n skool vorm die tros). Skole is gekies uit skole waar leerders oorwegend Tswana-, Afrikaans- en Engelssprekend is.

Die steekproewe is aan die hand van die onderwysdatabasis van die Onderwysdepartement in Noordwes beplan. Ten einde te verseker dat elke belangrike deel van die populasie in die steekproef verteenwoordig word, is die populasie eers in strata of deelpopulasies verdeel. Die volgende strata is in ag geneem: geslag (manlik of vroulik), moedertaal (Afrikaans/Engels/Tswana), graad (4, 5, 6, of 7) en gebied (die vier streke waarin skole in Noordwes verdeel is). Skole met 'n leerlingtal van minder as 200 is weggelaat, aangesien daar moontlik nie 30 leerders uit elke graadgroep van graad 4 tot 7 in 'n skool is nie.

As gevolg van die oorgrote meerderheid Tswana-sprekendes in Noordwes sou baie groot steekproewe getrek moes word om genoeg data in die minderheidsgroepe te kry as van 'n proporsioneel gestratifiseerde steekproef gebruik gemaak sou word. Voldoende verteenwoordiging in elke stratum is eerder verseker ten einde gemiddeldes binne elke stratum in 'n redelike mate te kan beraam. By die opstel van normtabelle sal dan van 'n geweegde gemiddeld gebruik gemaak word om vir verskille in stratumverteenwoordiging voorsiening te maak.

Die steekproefgrootte is in ooreenstemming met aanbevelings in statistiekhandboeke (Tabachnick & Fidell, 2001; Comrey & Lee, 1992) naamlik dat 'n minimum van 300 respondente vir faktoranalises vereis word.

Tabel 3.18 Die verdeling van die steekproef op grond van strata en minimum aantal respondente

Moeder-taal	**graad 4**		**graad 5**		**graad 6**		**graad 7**		**Minimum aantal**	
	Manlik	Vroulik	Manlik	Vroulik	Manlik	Vroulik	Manlik	Vroulik	Manlik	Vroulik
Afrikaans	50	50	50	50	50	50	50	50	200	200
Engels	50	50	50	50	50	50	50	50	200	200
Tswana	50	50	50	50	50	50	50	50	200	200
Minimum	150	150	150	150	150	150	150	150	600	600
Totaal	300		300		300		300		1 200	

Volgens Tabel 3.18 word daar met hierdie studie beoog om ten minste 1 200 leerders te betrek. Die loodsstudie se resultate het nie werklike verskille tussen die verskillende groepe (seuns en meisies, ten opsigte van grade en ten opsigte van moedertaal) aangetoon nie en daarom is besluit om te volstaan met 300 respondente per groep.

Daar is egter gepoog word om binne 'n redelike tydperk, waartydens die invloed van eksterne faktore soos seisoene vermy en/of verminder kan word, so veel data prakties moontlik is, te versamel. (Data is van 29 Mei tot 25 Julie 2007 versamel).

3.4.3 Meetinstrumente

Drie vraelyste sal ingeskakel word, naamlik :

(1) Die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir die intermediêre fase en graad 7 (SOW(P));

(2) Die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr); en

(3) Die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr).

Die stellings in die SOW(P) het betrekking op hoe individue voel of handel ten opsigte van aspekte van hul prestasie in Wiskunde. Van leerders uit elke graadgroep (graad 4, 5, 6 en 7), geslagte (manlik en vroulik), sowel as taalgroep (Afrikaans-, Engels- en Tswana-sprekendes), sal verwag word om die stellings te beoordeel wat met hul gevoel of waarskynlike optrede ooreenstem. Elke stelling word aan die hand van 'n 3-puntskaal, naamlik "amper altyd", "soms" en "amper nooit", beoordeel. Van die leerders word verwag om hul onmiddellike reaksie op die stellings weer te gee en nie 'n refleksie op hul verlede of hul ambisie vir die toekoms nie. Die betrokke instruksie lees soos volg: " Hierdie is 'n vraelys (nie 'n toets nie). Dit bevat vrae wat jy moet beantwoord. Daar is geen 'korrekte' of 'verkeerde' antwoorde nie. Al die vrae handel oor aspekte van jou prestasie in Wiskunde. Besluit watter antwoord jou die beste beskryf en beoordeel jouself soos jy self gewoonlik handel en voel. Indien jy nie 'n stelling kan beantwoord op grond van werklik ondervinding nie, beantwoord dit dan soos jy waarskynlik in so 'n situasie sou optree. Die Basiese Wiskunde- én die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) bestaan uit meervoudige-keusevrae wat van vyf moontlike response/antwoorde voorsien is en waarvan slegs een korrek is. Vrae in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) sluit eenvoudige basiese konsepte, kennis en/of insigte in Wiskunde in. Meer komplekse interpretasies en oplossings is nie by die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) ingesluit nie, aangesien meervoudige-keusevrae nie ruimte laat om verduidelikings en ondersteunende stellings te maak nie. Wanneer graad 4- tot 7-leerders geassesseer word, is dit belangrik dat die vrae met hul ontwikkelingsvlak ooreenkom. Die vrae is dus duidelik en bondig gestel om sodoende die lading van dit wat van die leerders verwag word om te lees, te interpreteer en op te reageer, te beperk. Die moontlike response wat verkeerd is, is aanvaarbaar en nie misleidend nie (TIMSS, 2003c).

3.4.4 Dataversamelingsprosedures

Afsprake is van 29 Mei tot 25 Junie 2007[25] met skole gemaak. Die navorser het die skole, wat aan die onderhawige studie deelgeneem het, in Mei 2007 besoek waartydens finale reëlings met die skoolhoofde getref is, soos dat die toestemmingsvorms vir ouers of voogde van minderjarige leerders, aan die skoolhoof besorg word (sodat dit gereed kan wees op die dag wanneer die vraelyste ingeskakel word).

Leerders het op die dag waarop die vraelyste ingeskakel is, beskuitjies en/of 'n lekker voor elke vraelys wat ingeskakel is, ontvang. Twee pouses wat 10 minute elk geduur het, is tussen die inskakeling van vraelyste toegelaat. Die vraelyste is in die volgende orde ingeskakel: (i) die Basiese Wiskunde-vraelys; (ii) die SOW(P); en (iii) die Wiskunde-woordeskatvraelys.

3.5 Data-analisefase en geldigheidsbepalingsfase

Die dataverwerkingsprosedures het veral op twee doelwitte met die studie betrekking, te wete:

(1) die standaardisering van die SOW(P), die Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) en

(2) die sekondêre navorsingsvrae wat fokus op die verbande tussen die prestasies van

- die verskillende moedertaalgroepe (Afrikaanssprekendes, Engelssprekendes en Tswanasprekendes);
- die verskillende graadgroepe (graad 4, 5, 6 en 7); en
- die twee geslaggroepe (seuns en meisies)

in die verskillende velde (afhanklike veranderlikes) van die SOW(P). Prestasie in die verskillende velde van die SOW(P) funksioneer dus as afhanklike veranderlikes, terwyl graad, geslag en moedertaal as onafhanklike veranderlikes funksioneer.

---

[25] Enkele van die afsprake, wat vanaf 1 tot 19 Junie 2007 gemaak is, kon weens onvoorsiene omstandighede nie deur drie van die skole nagekom word nie, waarna die besoeke herskeduleer is en daarom is vraelyste van 24 tot 27 Julie 2007 by dié skole ingeskakel.

3.5.1 Die probleemstellings wat in hierdie studie ondersoek word en die statistiese prosedures om die probleemstellings te ondersoek

3.5.1.1 Die primêre navorsingsprobleemstelling wat in hierdie studie ondersoek word

Die primêre probleemstelling wat in hierdie studie nagevors is word, is soos volg:

Kan die SOW aangepas en gestandaardiseer word ten einde 'n vraelys (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik), waarmee die studie-oriëntasie in Wiskunde van verskillende kategorieë leerders in graad 4 tot 7 in Noordwes vasgestel kan word, daar te stel?

Die teoretiese velde van die SOW(P) (konstrukgeldigheid) word deur faktoranalise bepaal (of bevestig, na gelang van die tipe faktoranalise wat uitgevoer word). Hierbenewens word statistiese prosedures soos itemontleding en betroubaarheidsberekening uitgevoer.

3.5.1.2 Die eerste twee sekondêre probleemstellings wat ondersoek word

Die eerste twee sekondêre probleemstellings wat in hierdie studie nagevors word, is soos volg:

(a) Kan 'n Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) aan die hand waarvan hierdie leerders se Wiskunde-woordeskat geassesseer kan word, tegelykertyd ontwerp word?

(b) Kan 'n Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) aan die hand waarvan hierdie leerders se wiskundige kennis geassesseer kan word, tegelykertyd ontwerp word?

Die statistiese prosedures wat gebruik word om hierdie twee sekondêre probleemstellings te toets, berus op itemontleding en faktoranalise.

3.5.1.3 Die laaste twee sekondêre probleemstellings wat ondersoek word

Die laaste twee sekondêre probleemstellings wat in hierdie studie nagevors word, is soos volg:

(c) Hoe sien 'n vergelyking tussen die prestasie van die onderskeie taal-, geslag- en graadgroepe in bogenoemde vraelyste daar uit?

(d) In welke mate voorspel 'n kombinasie van prestasie in die SOW(P) en Wiskunde-woordeskat in hierdie vraelyste prestasie in Wiskunde?

Die statistiese prosedures wat gebruik word om hierdie probleemstellings te toets berus hoofsaaklik op variansie-analise (meervoudige, asook enkelveranderlike variansie-analise) en die uitvoer van *post hoc*-vergelykings en regressiemodelle (Field, 2005). Aangesien hier nie van ewekansige steekproefneming gebruik gemaak word nie, sal effekgroottes gebruik word om verskille te identifiseer.

3.5.2 Standaardisering van die SOW(P), die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)

Kwaliteitsversekering word onder meer tydens die ontwikkeling van meetinstrumente gefasiliteer deur die bepaling van betroubaarheid en geldigheid.

Vervolgens word strategieë vir data-analise om betroubaarheid en geldigheid van die onderskeie instrumente te bepaal, weergegee.

3.5.2.1 Vasstelling van geldigheid van die SOW(P), die Basiese Wiskunde-vraelys(Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)

Die geldigheid van instrumente is soos volg bepaal:

Tabel 3.19 Geldigheid van die Basiese Wiskunde- en Wiskunde woordeskat- en SOW(P)-instrumente

Geldigheid	Stappe wat uitgevoer word om die geldigheid van die SOW(P), die Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) te verseker
Inhoudsgeldigheid	• 'n Omvattende literatuurstudie is onderneem rakende studie-oriëntasie in Wiskunde • die leeruitkomste vir die leerarea Wiskunde soos uiteengesit in die NKV (Department of Education, 2002) is deeglik deurgegaan • deskundiges (3.3.1.4) het die items geëvalueer en die bewoording en plasing van items is nagegaan • individuele items se inhoud is ná afloop van die loodsstudie deur die navorser, Ellis en Maree ontleed.
Siggeldigheid	• Die menings van ses onderwysers in die praktyk (Potchefstroom) vanuit die drie taalgroepe is geraadpleeg rakende die stellings in die SOW(P), die items in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) • Tien kinders (graad 4- tot 7-leerders) uit die drie taalgroepe het die vraelyste *(i.e.* SOW(P), Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)) ingevul. Dit is gedoen om vas te stel hoe dié leerders dit verstaan • Die drie vraelyste is ook aan verskeie kundiges (prof. J.L. de K. Monteith, prof. M. de Villiers, dr. G. Stols) verbonde aan universiteite voorgelê, sodat die vraagstellings, probleme en woordeskat beoordeel kon word • 'n Loodsstudie (3.3.1) is onderneem as addisionele kwaliteitskontrole (n = 353) (November 2006).

Tabel 3.19 (vervolg) Geldigheid van die Basiese Wiskunde- en Wiskundige woordeskat- en SOW(P)-instrumente

Geldigheid	Stappe wat uitgevoer word om die geldigheid van die SOW(P), die Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys te verseker
Itemontleding	SOW(P): • 'n Bespreking van die aard van die itemontleding (per totale groep, asook op die 12 groepe gevorm deur taal-, geslag- en graadgroepe) • Tweerigtingfrekwensietabelle en effekgrootte (φ-koëffisiënt) word bereken om sydigheid te bepaal • ANOVA om effek van vlak en interaksie van vlak met taal te bepaal, asook hul effekgrootte • Rasch-modelle – DIF om itemsydigheid te bepaal Basiese Wiskunde-vraelys en Wiskunde-woordeskatvraelys: • Diskriminasiewaardes: Die verskil tussen die onderste en die boonste groep (27% van elk) behoort groter as 0.35 te wees om goed te diskrimineer (Bachman, 2004) • Tweerigtingfrekwensietabelle en effekgrootte (phi-koëffisiënte) word bereken om sydigheid, al dan nie, te bepaal • ANOVA om effek van vlak en interaksie van vlak met taal te bepaal, asook hul effekgrootte • Rasch-modelle – DIF om itemsydigheid te bepaal

Tabel 3.19 (vervolg) Geldigheid van die Basiese Wiskunde- en Wiskundige woordeskat- en SOW(P)-instrumente

Geldigheid	Stappe wat uitgevoer word om die geldigheid van die SOW(P), die Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys te verseker
Konstrukgeldigheid (faktoranalise en itemsydigheid)	• Ten einde die konstrukgeldigheid van die SOW(P) te bepaal, word hoofsaaklik gefokus op die interne struktuur van die vraelys, naamlik op die onderlinge verband tussen die items (homogeniteitskoëffisiënte) en tussen velde m.b.v. faktoranalise. Verkennende faktoranalise, Obliminotasie, Scree-toets, Kaiser se kriterium (eiewaardes) Faktoranalise word gebruik as tegniek vir die bepaling van konstrukgeldigheid (3.2.1.3 b (iv)). Die teoretiese velde van die SOW(P), asook die faktore van die Basiese Wiskunde-vraelys en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)word deur faktoranalise vasgestel of verken (3.3.2.3). Eerste-orde- sowel as tweede-orde-faktoranalise word by SOW(P) uitgevoer. • Faktoranalise vir verskillende taalgroepe word bereken om itemsydigheid te bepaal. • Strukturele vergelykingsmodelle om faktorstruktuur te bevestig
Kriterium- of voorspellingsgeldigheid	• Voorspellingsgeldigheid is die mate waarin die resultate van een meetinstrument met 'n ander – vermoedelik verbandhoudende – meetinstrument korreleer. • Meervoudige regressie-analise en stapsgewyse meervoudige regressie-analise word uitgevoer om vas te stel watter onafhanklike veranderlikes die beste voorspellers van die afhanklike veranderlike is.

3.5.2.2 Vasstelling van betroubaarheid van SOW(P), Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)

Wanneer verskeie items in 'n meetinstrument dieselfde konstruk meet, wil 'n navorser weet of die instrument betroubaar is. Wanneer die meetinstrument konsekwente resultate oor die items (indikatore) lewer, dui dit op betroubaarheid (Leedy & Ormrod, 2001). Volgens Nunnally (1978) kan 'n instrument met 'n betroubaarheidskoëffisiënt van ongeveer 0.60 tot 0.65 nuttige inligting lewer, mits dié toetsresultate met die nodige versigtigheid en kundigheid hanteer word.

In die onderhawige studie word die betroubaarheid van die SOW(P), Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) (of BW(P)) en Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (of WW(P)) gefasiliteer deur die berekening van Cronbach α, in ooreenstemming met elke faktor wat afgelei is vir die items in die vraelys vir graad- en taalgroepe.

3.5.3 Vergelykende studies om die toepaslikheid van die SOW(P), BWV(P) en WWV(P) te bepaal

Die laaste twee sekondêre probleemstellings lui soos volg:

(c) Hoe sien 'n vergelyking tussen die onderskeie taal-, geslag- en graadgroepe se prestasies in bogenoemde vraelyste daar uit?

(d) In welke mate voorspel 'n kombinasie van prestasie in die SOW(P) en Wiskunde-taalvaardigheid in hierdie vraelyste prestasie in Wiskunde?

Vervolgens word aangetoon watter statistiese prosedures gebruik gaan word om verskillende groepe se data te vergelyk. Daar sal van beskrywende statistiek sowel as effekgroottes gebruik gemaak word om die data te analiseer.

Tabel 3.20 Vergelyking van die verskillende groepe se data

Statistiese prosedure	Doel van die statistiese prosedure
Gemiddeldes	• sal gebruik word om die sentrale neigings van strata te bepaal.
Standaardafwykings	• sal aantoon hoe die waardes rondom die gemiddeldes van elke groep, maar ook in die geheel, versprei is.
Skeefheid en kurtose	• sal vasstel in watter mate die verdeling van die data afwyk van normaliteit.
Student-t-toetse	• sal bereken word wanneer ondersoek word of seuns en dogters verskillend presteer in SOW(P), Basiese Wiskunde-vraelys en Wiskunde-woordeskatvraelys; • effekgroottes bepaal praktiese (d > 0.8), of moontlik prakties (d > 0.5), betekenisvolle verskille tussen die twee geslagte.
Variansie-analise: Meer- en eenrigtingvariansie-analise (ANOVA)	• sal gebruik word om te bepaal of daar verskille is tussen graad-, geslag- en taalgroepe; • omdat met groot datastelle gewerk word – alle groepe is groter as 30 – geld die sentrale limietstelling en is normaliteit van oorspronklike data nie ter sprake nie, nie-parametriese toetse hoef dus nie oorweeg te word nie; • taal- en graadgroepe word met mekaar vergelyk om verskille, indien enige, tussen groepe te bepaal.
Tukey's HSD *post hoc*- toetse en effekgroottes (d)	• word gebruik om verskillende groepe wat nie noodwendig ewe groot is nie, met mekaar te vergelyk ten opsigte van hul prestasie in die SOW(P), die Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr • effekgroottes bepaal praktiese (d > 0.8), of moontlik prakties (d > 0.5), betekenisvolle verskille tussen die onderskeie groepe.

Tabel 3.20 (vervolg) Vergelyking van die verskillende groepe se data

Statistiese prosedure	Doel van die statistiese prosedure
Normtabelle	• Normtabelle vir die betrokke populasies sal met behulp van geweegde gemiddeldes opgestel word vir die velde van die SOW(P) vir die totale groep, indien daar nie verskille tussen die taal-, graad- en geslaggroepe is nie; • sal dien as riglyne aangesien daar nie in die onderhawige studie gebruik gemaak is van 'n ewekansige steekproef nie.
Meervoudige regressie-analise en effekgroottes (R^2) (Steyn, 2005)	• sal gebruik word om die bydraes van die velde van die SOW(P) en taalvaardigheid tot Wiskunde-prestasie te bepaal; • effekgroottes bepaal in hierdie geval die persentasie variansie verklaar in Wiskunde-prestasie en of dit prakties ($R^2 > 0.25$), of moontlik prakties ($R^2 > 0.09$), betekenisvol is

3.5.3.1 Beskrywende statistiek

Die beskrywende maatstawwe wat in die onderhawige studie gebruik word is rekenkundige gemiddeldes, standaardafwyking, skeefheid en kurtose en dit word in Hoofstuk 4 in tabelvorm verstrek. Verdere analises behels die volgende:

(1) Variansie-analise

Die statistiese prosedure wat ANOVA (variansie-analise) genoem word, het die voordeel dat dit gebruik kan word om situasies te analiseer waarin daar verskeie onafhanklike veranderlikes – in die onderhawige studie verskillende groepe mense – teenwoordig is (Field, 2005). ANOVA verskaf inligting oor die interaksie van die onafhanklike veranderlikes onderling asook die invloed wat dit op die afhanklike veranderlike het. Die ANOVA vergelyk verskillende gemiddeldes wat by verskillende groepe mense ingesamel is. In die onderhawige studie is verskillende taal-, geslag- en graadgroepe ingesluit.

Die *F*-verhouding word gebruik om die totale passing van 'n regressiemodel op 'n stel data te assesseer (Field, 2005). Dit is 'n meting van die verhouding van die sistematiese variansie tot onsistematiese variansie. ANOVA kan ook gebruik word wanneer subgroepe in die data (soos taal- of geslaggroepe) nie ewe groot is nie.

As die *F*-verhouding groot genoeg is om statisties betekenisvol te wees, is dit nodig om data verder te analiseer om uit te vind watter groepe verskil.

(2) Post hoc-vergelykings

Post hoc-toetse word gedoen wanneer die navorser geen spesifieke hipotese gestel het nie en die navorser geïnteresseerd is daarin om verskille wat tussen die gemiddeldes mag bestaan, te ondersoek (Field, 2005). *Post hoc*-toetse word saamgestel uit gepaarde-vergelykings tussen alle verskillende kombinasies van moontlike groepe en kontroleer ook die Tipe 1-fout vir alle vergelykings.

Effekgroottes (Cohen se *d*) (Cohen, 1988) word bepaal vir *post hoc*-toetse (om verskille tussen die gemiddeldes van verskillende groepe te bepaal) wat praktiese betekenisvolheid aandui wanneer *d* groter is as 0.8 en moontlike praktiese betekenisvolheid as *d* groter is as 0.5.

(3) Regressie-analise

Waar korrelasie die verband tussen twee veranderlikes weergee (Field, 2005), verskaf regressie-analise 'n aanduiding van die vermoë van een of meer veranderlike(s) om 'n uitkoms (ander veranderlike) te voorspel (Field, 2005).

'n Model om 'n uitkoms (afhanklike veranderlike) deur middel van een of meer onafhanklike veranderlikes te voorspel, word in die data gepas. Waar 'n enkelvoudige regressie-analise poog om 'n uitkoms vanuit 'n enkele voorspellingsveranderlike te voorspel, poog meervoudige regressie-analise om 'n uitkoms (afhanklike veranderlike) vanuit verskeie veranderlikes te voorspel (Field, 2005). Die akkuraatste gevolgtrekkings moontlik, vereis 'n model wat die beste op die ingesamelde data pas. 'n Wiskundige tegniek – metode van kleinste kwadrate – word gebruik om die lineêre passing, wat die ingesamelde data die beste beskryf, te bepaal (Field, 2005). Die metode van kleinste kwadrate bepaal die beste lineêre passing om die data mee te beskryf, deur die verskil tussen die model wat op die data gepas word en die data self, te minimaliseer (Field, 2005).

Die bepaaldheidskoëffisiënt R^2 gee die totale variansie in die uitkomsveranderlike wat deur die voorspellers verklaar word (Field, 2005). Hierdie bepaaldheidskoëffisiënt R^2 gee die effekgrootte van die voorspellingsverband (Steyn, 2005).

Die *F*-toets en effekgroottes word gebruik om die algehele passing van die regressiemodel op 'n versameling ingesamelde data te assesseer (Field, 2005).

(4) Voorwaardes om 'n geldige regressie-analise te doen

Om 'n geldige regressie-analise te kan doen, moet die volgende aannames geld (Berry, 1993):

a. Voorspeller-veranderlikes moet kwantitatief (of skynveranderlikes) en die uitkoms-veranderlike moet kwantitatief, kontinu en onbegrens wees

b. Die voorspellers se variansies behoort groter as nul te wees

c. Die voorspellers behoort nie te hoog met mekaar te korreleer nie (ko-lineariteit)

d. Voorspellers behoort nie met ongemete eksterne veranderlikes te korreleer nie

e. Die variansie van die oorblywende terme behoort konstant te meet op elke vlak van die voorspellerveranderlikes

f. Foute behoort onafhanklik te wees

g. Die gemiddelde foutterme is gelyk aan nul

h. Al die waardes van die uitkomsveranderlike is onafhanklik (d.w.s. afkomstig van 'n onafhanklike entiteite).

Die steekproefgrootte wat nodig is om regressie-analise uit te voer, stel Field (2005) op tussen 10 en 15 respondente per voorspeller in die model.

3.6 Etiese oorwegings

Etiek word in die algemeen gesien as oortuigings van wat reg of verkeerd, aanvaarbaar of onaanvaarbaar, goed of sleg is (McMillan & Schumacher, 2001).

3.6.1 Etiese kwessies wat die respondente raak

Deelname uit vrye wil en ingeligte toestemming is 'n voorvereiste en die belangrikste etiese beginsel in sosiale navorsing (Du Plooy, 1995; Neuman, 2000). Dit is 'n vereiste dat respondente anoniem sal bly of dat hul response as privaat en vertroulik hanteer sal word (Neuman, 2000). Die regte van respondente is beskerm teen emosionele skade en hul reg tot selfrespek en menswaardigheid is beskerm (Du Plooy, 1995). Die doelwit, aard en die toekomstige gebruik van hierdie bevindings is aan respondente gekommunikeer voordat daar begin word met die versameling van die data.

3.6.2 Etiek en die wetenskaplike gemeenskap

Ten einde die etiese fasette van die onderhawige studie te fasiliteer, hetl ek die volgende riglyne wat Neuman (2000) voorstel, in die praktyk uitvoer. Ek het

- skriftelike toestemming bekom om die vraelys te vertaal en in te skakel;
- volle verantwoordelikheid aanvaar vir die etiese kwessies van die onderhawige studie;
- nie mense vir eie gewin as respondente gebruik nie;
- ingeligte toestemming van alle betrokkenes bekom;
- privaatheid, vertroulikheid en anonimiteit gewaarborg;
- geen mens geforseer of verneder nie;
- toepaslike navorsingsmetodologie geïmplementeer;
- ongewensde gevolge vir respondente nagespeur en onmiddellik verwyder;
- besonderhede van die navorsingsontwerp saam met die resultate bekend gestel;

- nie gevolgtrekkings maak wat strydig met die data is nie;
- hoë standaarde gestel as 'n vereiste vir die metodologie van die studie en het na akkuraatheid gestreef.

3.6.3 Etiese kwessies en die formulering van die doelstellings van die navorsing, die probleemstelling en die navorsingsvrae

Ek het tydens die formulering van die doelstellings en probleemstellings van die onderhawige studie, etiese kwessies behandel.

In die formulering van die navorsingsprobleem het ek aangedui hoe die respondente sal baat deur deel te neem. Met die ontwikkeling van die voorlegging het ek aandag aan die doelstellings van die navorsing gegee, aangesien ek dit aan die respondente gaan kommunikeer, sodat respondente nie onder 'n vals indruk aan die navorsing deelneem nie (Creswell, 2003). Meetinstrumente wat ek in die onderhawige navorsing ingeskakel het, pas by die navorsingsprobleem (Du Plooy, 1995).

3.6.4 Etiese kwessies tydens dataversameling

Wanneer 'n navorser beplanning vir die dataversameling doen, moet respondente en die lokaal waar die navorsing gaan plaasvind, in gedagte gehou word. Ek het die riglyne wat deur Creswell (2003) verskaf word, op die volgende wyse uitgevoer:

- Ek het gepoog om respondente te beskerm en aangesien hulle minderjarig is, het ek hul spesiale behoeftes in ag geneem deur byvoorbeeld iets te ete aan te bied en pouses tussen die inskakeling van vraelyste toe te staan. Die besonderhede van die dataversamelingsprosedures is skriftelik aan die etiekkomitee aan die Fakulteit Opvoedingswetenskappe aan die NWU (Potchefstroomkampus) gekommunikeer vir goedkeuring. 'n Ingeligte-toestemmingsvorm is vir respondente voorberei, ingevul en teruggegee.
- Ek het ingeligte toestemming versoek en bekom van die departement van pnderwys in Noordwes, die vier streke se uitvoerende bestuurders, betrokke skoolhoofde en minderjarige leerders se ouers/voogde.
- Ek het ongerief (soos byvoorbeeld die ontwrigting van gewone klasroosters) wat by skole deur die inskakeling van die vraelyste veroorsaak word tot die minimum beperk.
- Ek sal terugvoer gee rakende die resultate van die onderhawige studie. Die resultate sal voordeel inhou vir graad 4- tot 7-leerders aan die skole waar die vraelyste

ingeskakel is, aangesien dit aan deelnemende skole se hoof of Wiskunde-onderwysers gekommunikeer sal word

- Ek het leerders nie geforseer om aan die navorsing deel te neem nie en daarom het ek die betrokke skole in Mei 2007 (voor dataversameling) besoek en reëlings getref
- Ek het die privaatheid van respondente beskerm.

3.6.5 Etiese kwessies in die data-analise en interpretasie daarvan

Ek het teen vooroordele gewaak met die interpretasie en rapportering van die data en enige swakhede en beperkings van die onderhawige navorsing is gerapporteer (Du Plooy, 1995).

Wanneer versamelde data geanaliseer en geïnterpreteer word, kan kwessies opduik waarvoor etiese besluite benodig word en daarom het ek die volgende by die beplanning van die onderhawige navorsingstudie in gedagte gehou (Cresswell, 2003; Neuman, 2000):

- In die onderhawige studie het respondente elkeen 'n genommerde kode ontvang waarmee die navorser die data opgeskryf en verwerk het.
- Data wat geanaliseer is, sal vir 'n tydperk van sewe jaar gebêre word, waarna ek dit sal vernietig.
- Wanneer die data geïnterpreteer is, sal ek 'n akkurate verslag van die inligting skryf.

3.6.6 Etiek en die opskryf en die verspreiding van die navorsing

Etiese kwessies is ook deel van die opskryf en verspreiding van die finale navorsingsverslag (Creswell, 2003), en daarom het ek:

- nie woorde of taal gebruik om teen 'n persoon of persone op grond van geslag, taal, ras of ouderdom, te diskrimineer nie. Vooroordele in taalgebruik is vermy, taalgebruik is sensitief vir benamings en respondente in die studie, het in die verslag erkenning ontvang (*American Psychological Association*, 2001);

- geen data is verswyg, vervals of resultate verdig om in die behoefte van myself as navorser of die gehoor, te voorsien nie;

- nie die resultate tot die voordeel van een groep bo 'n ander misbruik nie;

- die resultate saam met die besonderhede van die navorsingsontwerp bekend gemaak, sodat lesers self oor die geloofwaardigheid van die studie kan besluit.

Vervolgens word die parameters wat betrekking het op die onderhawige studie in tabelvorm weergegee.

3.7 Parameters van die studie

Die navorser het die volgende kwantitatiewe afbakenings verkry deur gebruik te maak van die raamwerk wat deur Borg en Gall (1979:162-166), asook Swanson en Holton (1997:90) ondersteun word.

Tabel 3.21 Voorgestelde kwantitatief-afgeleide parameters vir die onderhawige studie

Tema	Parameters
Neutrale en objektiewe ondersoek	Ek gaan neutraal, objektief en los van die werklikheid wat ondersoek word, bly.
Hawthorne-effek (-invloed)	Die resultate van navorsing wat met mense werk, kan verdraai word weens die waargenome spesiale aandag wat respondente ontvang. Die Hawthorne-effek mag die terugvoer van respondente beïnvloed. Ek sal die respondente verseker dat daar in die SOW(P) geen regte of verkeerde response is nie.
Moontlike invloede van die navorsingsomgewing op respondente	Respondente mag dalk oorsensitief wees vir aspekte van die navorsingsomgewing. Respondente mag dan gevolgtrekkings of aannames maak oor wat ek (die navorser) mag verkies, wat ek van hulle verwag (persepsie van die respondent), en wat ek (die navorser) hoop om te vind (volgens die siening van die respondent). Ek sal die respondente verseker dat ek niks van hulle verwag nie, dat ek juis wil uitvind wat hulle dink en hoe hulle doen.
Gekose steekproef	'n Doelgerigte steekproef van graad 4- tot 7-leerders in Noordwes neem deel aan die navorsing (Kyk: 3.4.2).

Bron: Saamgestel uit Borg en Gall (1979:162-166), asook Swanson en Holton (1997:90)

Hierdie voorgestelde parameters sal dien as 'n konstante kontrolelys en om my (die navorser) te herinner aan die potensiële tekortkomings en moontlike swakhede in hierdie studie. Die lys sal verder as 'n bykomende geldigheidsmeting dien om te verseker dat die voorgestelde parameters deurentyd gemonitor word.

3.8 Voorsiene probleme

Die volgende is moontlike probleme wat tydens die studie mag opduik:

- Respondente en of skole kan onttrek en dan kan dit wees dat ek te min data insamel;
- Ouers of voogde of skole kan weier dat kinders deelneem;
- Ouers of voogde mag ongeletterd wees, wat beteken dat hulle nie toestemming kan gee dat hul kinders kan deelneem nie;
- Respondente se lees- en verstaanvermoëns mag wissel van baie goed tot baie swak, wat 'n invloed op die resultate sal hê;
- Dit mag moeilik of onmoontlik wees om skole te kontak;
- Daar mag oproer in *townships* voorkom, wat die uitvoer van die navorsing kan verhinder;
- Ek kan siek word en daarom nie my afsprake nakom nie;
- Skoolhoofde kan besluit watter leerders mag deelneem;
- Onderwysers mag 'n negatiewe houding openbaar, wat leerders, en daardeur ook die studie, negatief kan beïnvloed;
- Tswana-moedertaalsprekendes kan onttrek, wat te min respondente tot gevolg kan hê;
- Die tyd wat skole bereid is om af te staan aan die inskakeling van die vraelyste mag onvoldoende wees (bv. respondente mag dalk nie in die beskikbare tyd klaarkry nie).

3.9 Beperkings van hierdie studie

Daar word in die onderhawige studie gebruik gemaak van 'n doelgerigte steekproef en nie van 'n ewekansige steekproef nie. Dit beteken dat skole in elke streek van Noordwes gekies word, wat verteenwoordigend van daardie streek blyk te wees.

Wanneer leerders nie hul toestemmingsbriewe om aan die navorsing deel te neem terugbring nie, of ouers weier dat leerders deelneem, of die onderwyser/skoolhoof besluit watter leerders moet deelneem aan die navorsing, kan die studiepopulasie sydig wees en die veralgemeningswaarde verlaag.

Die onderhawige studie word slegs in Noordwes uitgevoer en die implementering van 'n doelgerigte steekproef verskraal die veralgemeningswaarde in dié provinsie en na ander provinsies.

Die onderhawige studie word slegs in een van die nege Suid-Afrikaanse provinsies uitgevoer en die veralgemeningswaarde daarvan na die ander provinsies is uiteraard moontlik skraal.

Ek mag verkeerd wees, sy dit in terme van my teoretiese verwysingsraamwerk, instrumentasie, data of redenasievoering.

Ander navorsers mag ander statistiese prosedures gebruik om die data te analiseer en moontlik tot ander gevolgtrekkings kom.

My teoretiese raamwerk is gebonde aan tyd, plek en ruimte; hierdie faktore beperk uiteraard die trefwydte en "rakleeftyd" van my studie.

Ek is 'n wit vrou; die blote feit dat ek met swart kliënte sal werk, plaas my in 'n onbenydenswaardige posisie. Ek besef maar alte goed dat die pad van multikulturele navorsing ten beste besaai is met potensiële probleme, ten spyte daarvan dat ek alle maatreëls moontlik sal tref om my te help om my diverse kliënte ten beste te verstaan.

3.10 Samevatting

In Hoofstuk 3 is gepoog om die navorsingsontwerp duidelik uiteen te sit. In Hoofstuk 4 word die kwantitatiewe resultate weergegee.

HOOFSTUK 4

Resultate en Bespreking

Aanpassing van die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir gebruik by intermediêre fase leerders

HOOFSTUK 1

ORIëNTERING

1.1 Agtergrond en oriëntasie

1.1.1 Internasionale navorsing oor die verband tussen studie-oriëntasie in Wiskunde en Wiskundeprestasie

1.1.2 Nasionaal: hersiening van beleidsdokumente en implementering van uitkomsgerigte onderwys

1.2 Motivering en probleemstelling

1.3 Moontlike bydrae van die onderhawige studie

1.4 Beknopte oorsig van literatuur: leer van en prestasie in Wiskunde

1.5 Gepubliseerde vraelyste en die tekortkominge daarvan

1.6 Konseptuele agtergrond en relevansie van die studie

1.7 Navorsingsdoelwitte

1.8 Etiese oorwegings

1.9 Begripsverklaring

1.10 Hoofstukindeling

HOOFSTUK 2

LITERATUURSTUDIE

2.1 Leerteorieë

2.2 Wiskunde

2.3 Studie-oriëntasie in Wiskunde

2.4 Kognitiewe en metakognitiewe faktore

2.5 Affektiewe faktore

2.6 Die rol van konatiewe faktore ten opsigte van studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde

2.7 Kruiskulturele faktore, Wiskunde-prestasie en die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde: 'n Kort oorsig

2.8 Samevatting

HOOFSTUK 3

NAVORSINGSONTWERP

3.1 Inleidende oriëntering

3.2 Aannames van die navorser

3.3 Empiriese ondersoek

3.4 Die uitbouings- en ontginningsfase

3.5 Implementeringsfase

3.6 Data-ontleding- en geldigheidsbepalingfase

3.7 Etiese oorwegings

3.8 Parameters van die studie

3.9 Voorsiene probleme

3.10 Beperkinge van hierdie studie

3.11 Samevatting

HOOFSTUK 4

RESULTATE EN INTERPRETASIE

4.1 Inleidende oriëntering

4.2 Biografiese inligting

4.3 Rasionaal vir die bepaling van gewigte om geweegde beramings vir die populasie mee te bereken

4.4 Bepaling van die die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) se konstrukgeldigheid

4.5 Basiese Wiskundevraelys (Primêr).

4.6 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P)

4.7 Opsomming van beskrywende statistiek resultate

4.8 Voorspellingsgeldigheid van SOW(P), WW(P) en BW(P)

4.9 Samevatting

HOOFSTUK 5

SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

5.1 Inleiding

5.2 Die behoefte aan voorligting in verband met leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde

5.3 Bevindings en implikasies van hierdie ondersoek

5.4 Aanbevelings

5.5 Samevattend

HOOFSTUK 4 RESULTATE EN BESPREKING

4.1 Inleidende oriëntering	
4.2 Biografiese inligting	
4.3 Rasionaal vir die bepaling van gewigte om geweegde beramings vir die populasie mee te bereken	
4.4 Bepaling van die die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) se konstrukgeldigheid	4.4.1 Skeefheid by die SOW(P) 4.4.2 Geen-respons op items 4.4.3 Faktorontleding 4.4.4 Tweede-orde faktorontleding 4.4.5 Faktorontleding op items gegroepeer in pakkies 4.4.6 Itemsydigheid 4.4.7 SOW(P)-faktore se itemsydigheid 4.4.8 Sydigheid van faktorontledings ten opsigte van taal
4.5 Basiese Wiskundevraelys (Primêr).	4.5.1 Beskrywende statistiek van die Basiese Wiskundevraelys se resultate 4.5.2 Faktorontleding van die BW(P) 4.5.3 Betroubaarheid van die Basiese Wiskundevraelys (Primêr) 4.5.4 Basiese Wiskundevraelys (Primêr) se itemsydigheid 4.5.5 Sydigheid van die faktorontleding by die BW(P) ten opsigte van taal met behulp van Tucker se φ-koëffisiënt
4.6 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P)	4.6.1 Beskrywende statistiek van die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P) 4.6.2 Faktorontleding van die WW(P) 4.6.3 Betroubaarheid van die Basiese Wiskundevraelys (Primêr) 4.6.4 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) se itemsydigheid 4.6.1 Normtabelle
4.7 Opsomming van beskrywende statistiek resultate	
4.8 Voorspellingsgeldigheid van SOW(P), WW(P) en BW(P)	4.8.1 Interkorrelasies tussen SOW(P) se faktore, WW(P) en BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die SOW(P) se drie faktore en WW(P) om BW(P) te voorspel vir die totale groep en afsonderlik vir elke graadgroep 4.8.2 Interkorrelasies tussen SOW(P) se faktore WW(P) en BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die SOW(P) se drie faktore en WW(P) om BW(P) vir die totale groep te voorspel 4.8.3 Interkorrelasies tussen SOW(P) se faktore WW(P) en BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die SOW(P) se drie faktore en WW(P) om BW(P) vir Graad 4 te voorspel 4.8.4 Interkorrelasies tussen SOW(P) se faktore, WW(P) en BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die SOW(P) se drie faktore en WW(P) om BW(P) vir Graad 5 te voorspel 4.8.5 Interkorrelasies tussen SOW(P) se faktore WW(P) en BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die SOW(P) se drie faktore en WW(P) om BW(P) vir Graad 6 te voorspel 4.8.6 Interkorrelasies tussen SOW(P) se faktore WW(P) en BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die SOW(P) se drie faktore, WW(P) en BW(P) vir Graad 7 te voorspel
4.9 Samevatting	

HOOFSTUK 4

Resultate en bespreking

4.1 Inleidende oriëntering

In Hoofstuk 3 is gefokus op 'n bespreking van die navorsingsontwerp vir die onderhawige studie. Die resultate van hierdie studie word in Hoofstuk 4 weergegee en voorlopig geïnterpreteer.

Die volgorde waarin statistiese prosedures uitgevoer is, word vervolgens kortliks in tabelvorm weergegee, asook die onderafdelings in Hoofstuk 4 wat hieroor handel.

Tabel 4.1 Volgorde waarin statistiese prosedures uitgevoer en resultate bespreek word

Statistiese prosedures	Onderafdeling van hoofstuk
Biografiese gegewens – frekwensieanalises	4.1
Bepaling van gewigte om beramings vir die populasie te kan bereken	4.2
Beskrywende statistiek van items in meetinstrumente: 1. Frekwensieanalise 2. Skeefheid 3. Diskriminasiewaardes by die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)	 4.4.1; 4.5.1; 4.7 4.7; 4.4.1.3; 4.5.1.3
Ondersoek itemsydigheid deur middel van tweerigtingfrekwensietabelle, effekgroottes as gevolg van taal, geslag en graad	4.3.6; 4.4.4; 4.6
Rasch-modelle vir itemontleding vir verskillende taalgroepe	4.3.6.4; 4.6.1.2
Konstrukgeldigheid vir elke meetinstrument: 1. Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) of SOW(P) 2. Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) of BW(P) 3. Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P) Sydigheid van faktore as gevolg van taal, geslag en graad	 4.3 4.4.2 4.5.2 4.3.6.4; 4.6.1.2
Geweegde verskille tussen gemiddeldes van faktore ten opsigte van taal, geslag en graad	4.2; 4.7
Normtabelle	4.7.1
Meervoudige regressie om voorspellingsgeldigheid vas te stel	4.8

Die dataverwerkingsprosedures het ten doel om die navorsingsvrae te beantwoord en daarom word die navorsingsvrae kortliks in tabelvorm weergegee, asook die onderafdelings in Hoofstuk 4 wat hieroor handel.

Tabel 4.2 Navorsingsvrae en onderafdelings wat oor die navorsingsprobleme handel

Primêre en sekondêre navorsingsvrae	Onderafdeling van hoofstuk
Die primêre probleemstelling wat in hierdie studie ondersoek word, is: 1. Kan die SOW aangepas en gestandaardiseer word ten einde 'n vraelys (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) waarmee die studie-oriëntasie in Wiskunde van verskillende kategorieë leerders in graad 4 tot 7 in Noordwes vasgestel kan word, daar te stel?	4.3
Die vier sekondêre probleemstellings wat uit die primêre probleemstelling voortvloei, is die volgende: a. Kan 'n basiese Wiskunde-woordeskatvraelys (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) tegelykertyd ontwerp word aan die hand waarvan hierdie leerders se Wiskundewoordeskat geassesseer kan word? b. Kan 'n basiese Wiskunde-kennisvraelys (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) tegelykertyd ontwerp word aan die hand waarvan hierdie leerders se wiskundige kennis geassesseer kan word? c. Hoe sien 'n vergelyking tussen die prestasie van die onderskeie taal-, geslag- en graadgroepe in bogenoemde vraelyste daar uit? d. In welke mate voorspel 'n kombinasie van prestasie in hierdie vraelyste prestasie in Wiskunde?	4.4 4.5 4.7 4.8

Vervolgens fokus ek op die weergee van verskeie frekwensies.

4.2 Biografiese inligting

Die biografiese inligting van waargenome skole en respondente word eerste weergegee.

Tabel 4.3 Samestelling van die waargenome skole volgens streke in Noordwes en ligging van skole (stad/dorp of *township)*

Taal	Streke van Noordwes				Ligging van skool	
	1	2	3	4	Stad of dorp	*Township*
Afrikaans	A1	A2	A3		A2, A1	A3
Engels		E2, E3	E1		E3, E2	E1
Tswana		T1, T2				T1, T2

Tabel 4.3 bring onder meer die volgende aan die lig rakende die waargenome skole:

- Drie Afrikaanse skole (A1, A2 en A3) is onderskeidelik in streke 1, 2, en 3 in Noordwes geleë, een op 'n dorp, een in 'n stad en een langs 'n *township*/plakkerskamp, wat beteken dat leerders uit die plakkerskamp daar skoolgaan.
- Drie Engelse skole (E1, E2 en E3) is in streke 2 en 3 in Noordwes geleë, een in 'n stad, een op 'n dorp en een langs 'n township (en plakkerskamp), wat beteken leerders uit dié *township* daar skoolgaan.
- Twee Tswana-skole (T1 en T2) wat in streek 2 in Noordwes geleë is en albei in *township/*plakkerskamp geleë is.

As 'n afleiding gemaak kan word oor die sosio-ekonomiese agtergrond waaruit respondente in 'n bepaalde skool kom, op grond van die voedingsarea (woonbuurt waarin die skool geleë is) van die skool en die geriewe waaroor die skool beskik, dan is die volgende potensieel moontlik: respondente in skool A1 kom potensieel uit hoë sosio-ekonomiese agtergronde, respondente in skole A2, E1, E2 en T2 uit potensieel middel sosio-ekonomiese en respondente in skole A3 en T1 potensieel uit lae sosio-ekonomiese agtergronde.

Skole is doelgerig geselekteer sodat alle skole verteenwoordigend van die populasie – volgens sosio-ekonomiese status, taal en die ligging (stad, dorp of *township*) – in Noordwes sou wees. Skole is oorspronklik verteenwoordigend uit al vier streke in Noordwes, dorpe/stede en *townships* en uit al drie taalgroepe (Afrikaans, Engels en Tswana) genooi om aan die onderhawige studie deel te neem.

Dit is belangrik om in hierdie stadium van die studie melding te maak van skole wat aanvanklik doelgerig ingesluit is, maar wat weens staatsdienswerkers (insluitend onderwyservakbonde) se staking tydens Junie/Julie 2007, nie aan die studie kon deelneem nie. Ander skole, wat 'n soortgelyke populasie as dié betrokke skole verteenwoordig, is in hul plek versoek om aan hierdie studie deel te neem. Tswanasprekende skole se betrokkenheid by hierdie studie is veral deur die stakings geraak wat daartoe gelei het dat geen skool/respondente uit Streek 4 in Noordwes betrek is nie.

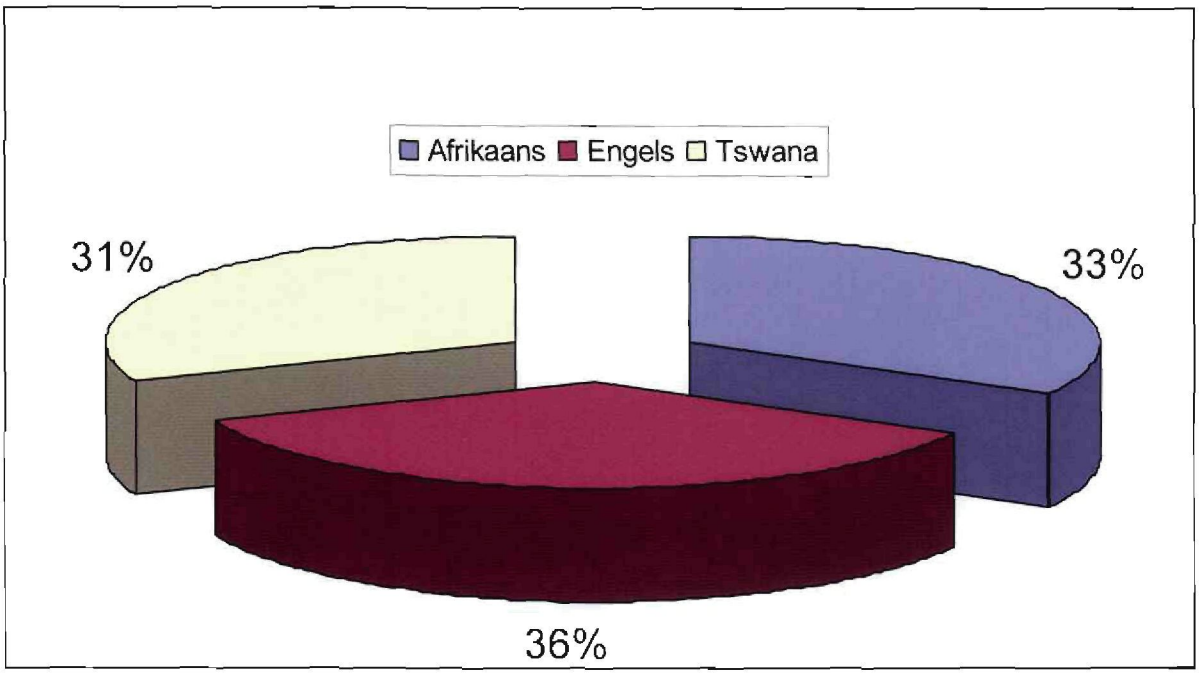
Vervolgens word die biografiese gegewens van respondente per taal, geslag, graad en ouderdomme weergegee.

Tabel 4.4 Frekwensie van respondente volgens taal

Taal	A1	A2	A3	E1	E2	E3	T1	T2	Totaal
Aantal	100	124	146	130	139	129	187	148	1103

Uit Tabel 4.4 blyk dit dat tussen 100 en 187 respondente per skool aan hierdie studie, met 'n totaal van 1 103 respondente, deelgeneem het.

Die totale frekwensie respondente per taalgroep word vervolgens as persentasie deur 'n sirkelgrafiek voorgestel.



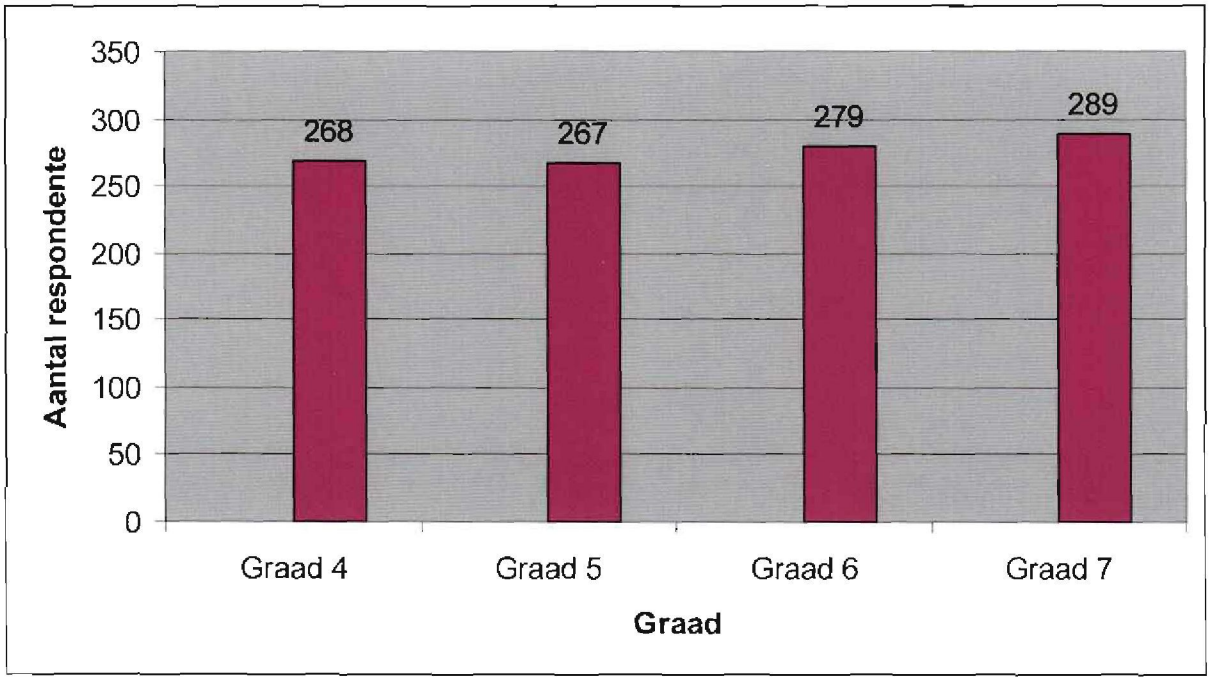
Figuur 4.1 Persentasie respondente per taalgroep

Figuur 4.1 bring aan die lig dat omtrent ewe veel respondente uit elke taalgroep aan hierdie studie deelgeneem het.

Tabel 4.5 Frekwensie van respondente volgens geslag

Geslag	Vroulik	Manlik	Totaal
Aantal respondente	555	538	1 103

Uit Tabel 4.5 blyk dit dat ongeveer ewe veel manlike en vroulike respondente by hierdie studie betrek is.



Figuur 4.2 Frekwensie van respondente per graad

Die frekwensie van respondente per graad wissel volgens Figuur 4.3 van die minste, 267 in graad 5 tot 289 in graad 7, die meeste per graad, dit wil sê omtrent ewe veel per graad.

Tabel 4.6 Frekwensie van respondente per ouderdom

Ouderdom	7/8[26]	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Ontbrekende data
Aantal respondente	2	27	158	226	223	290	103	33	12	13	16

Uit Tabel 4.6 blyk dit dat 16 respondente se ouderdomme ontbreek en dat die meerderheid respondente se ouderdomme tussen 10 en 15 jaar wissel.

Tabel 4.7 Persentasie respondente wie se ouers leef en wie se huise van elektrisiteit voorsien is

	Persentasie respondente wie se ma leef	Persentasie respondente wie se pa leef	Persentasie respondente wie elektrisiteit by die huis het
Persentasie	91.3%	85.9%	92%
Ontbrekende data	1.4%	1.8%	1.3%

In Tabel 4.7 word die persentasie respondente wie se ma en pa nog leef, asook die persentasie huishoudings waar elektrisiteit beskikbaar is, weergegee. Dit blyk dus uit Tabel 4.7 dat ten minste 91.3% respondente se ma en 85.9% se pa nog leef en dat daar in 92% van die respondente se huise elektrisiteit beskikbaar is.

Tweerigtingtabelle met geweegde gemiddeldes rakende verskille tussen geslag taal en graad is bereken en die effekgroottes word vervolgens in tabelvorm weergegee.

[26] Dit blyk nie moontlik te wees dat 'n leerder in graad 4 nog 7 of 8 jaar oud kan wees nie en daarom word vermoed dat hierdie twee respondente moontlik 'n fout begaan het.

Tabel 4.8 Verband van taal met geslag, ouderdom, graad, ma wat nog leef, pa wat nog leef en elektrisiteit in die huis

Verband van taal met:	Effekgrootte
Geslag	.03
Ouderdomme	.25
graad	.02
Ma wat nog leef	.10
Pa wat nog leef	.12
Elektrisiteit tuis	.14

Uit inspeksie van Tabel 4.8 blyk dit dat:

- geen verband tussen taal en geslag gevind is nie aangesien daar omtrent ewe veel manlike as vroulike leerders is;
- daar 'n sigbare verband is tussen taal en ouderdomme, wat daarin gevind kan word dat Tswanasprekende leerders ouer (16 en 17 jaar) as Engels- en Afrikaanssprekende leerders is;
- geen verband tussen graad en taal gevind is nie, want daar is omtrent ewe veel van elke graad en taal;
- geen verband tussen taal en ma's wat nog leef gevind is nie;
- geen verband tussen taal en pa's wat nog leef gevind is nie; en
- geen verband tussen taal en elektrisiteit in die huis gevind is nie.

Vervolgens word die rasionaal vir die bepaling van gewigte waarmee geweegde beramings vir die populasie bereken kan word kortliks bespreek.

4.3 Rasionaal vir die bepaling van gewigte waarmee geweegde beramings vir die populasie bereken kan word

Die steekproef word as 'n doelgerigte[27] trossteekproef beskou aangesien dit aan die hand van die onderwysdatabasis van die onderwysdepartement in Noordwes en in samewerking met streekbestuurders en direkteure (in die onderwys) in Noordwes gedoen is.

Aangesien die oorgrote meerderheid van die populasie in Noordwes Tswana-sprekend is, is dit nie sinvol om 'n proporsioneel gestratifiseerde steekproef te gebruik waar die verhouding respondente per taalgroep nie dieselfde is as in die populasie nie. Die klein aantal Afrikaans- en Engelssprekende respondente sou tot gevolg hê dat vergelykings op grond van taalverskille nie moontlik sou wees nie. Daar is besluit om eerder van geweegde gemiddeldes gebruik te maak in die opstel van normtabelle, om sodoende taalverteenwoordiging proporsioneel tot dié van die populasie te kry. Verder is 'n hele klas as 'n tros waargeneem (*cluster*), wat impliseer dat geslag in die natuurlike verhoudings waargeneem is. Daar is omtrent ewe veel van elke taalgroep waargeneem sodat faktoranalises op die data van elke groep uitgevoer kan word en daar genoeg data uit elke groep is, om sy waardes te kan skat.

As iets oor Noordwes gesê word, word die data geweeg ten opsigte van taal, sodat die finale resultate in die regte verhouding (soos wat leerders in die taalgroepe in die provinsie voorkom) weergegee word.

Vervolgens word die frekwensie weergegee van kinders wat tussen die ouderdomme 5 tot 14 jaar oud was tydens die vorige sensusopname. Dit is die ouderdomsgroep waarin die meeste van die leerders in ons populasie toe (en ook nou) val. Hierdie syfers is in dié studie gebruik om die gewigte vir die verskillende taalgroepe mee te bereken.

---

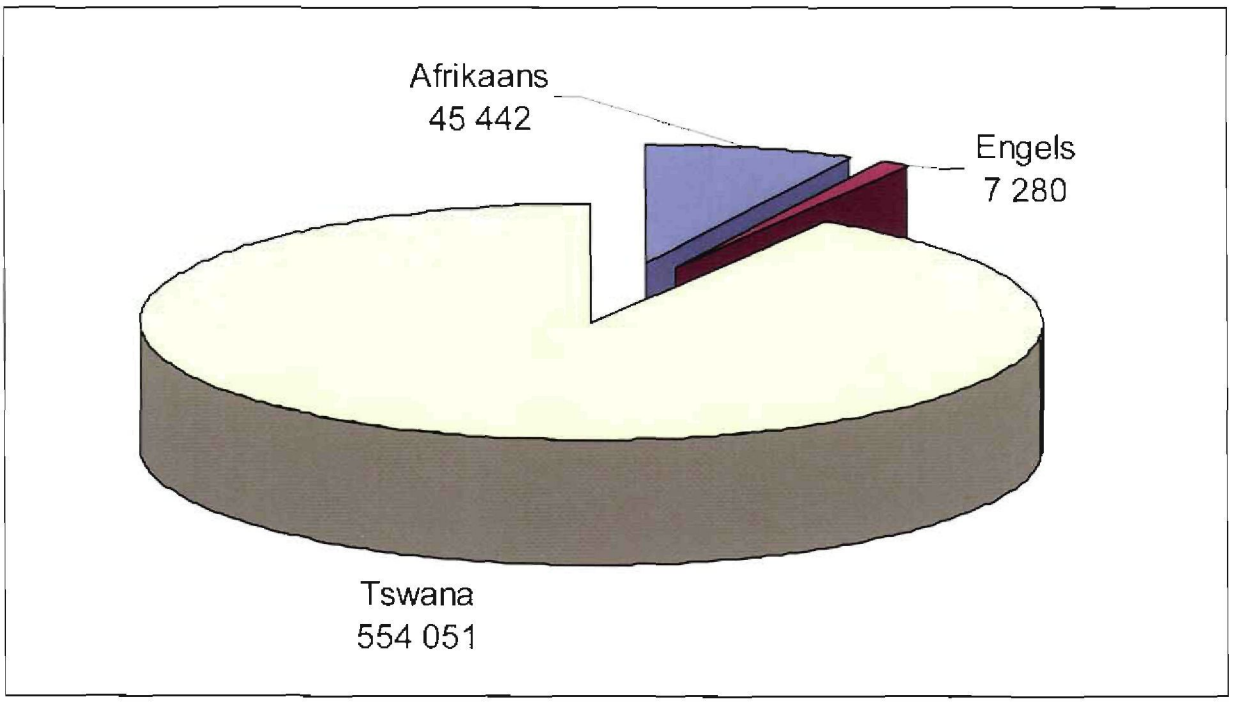
[27] Ná deeglike oorweging en bespreking met my twee studieleiers en moeite wat gedoen is om skole wat verteenwoordigend van die populasie in Noordwes is, by die onderhawige studie te betrek, is besluit om die steekproef steeds as doelgerig te beskou.

Tabel 4.9 Geografiese frekwensies van kinders volgens taal in die ouderdomsgroep 5 tot 14 jaar tydens die 2001-sensusopname

Geografiese gebied	Afrikaans	Engels	Tswana
CBLC 1: Ga-Segonyana (NW)	106	42	13 652
NW1a1: Moshaweng	87	33	24 798
CBLC8: Merafong City (NW)	1 898	77	2 136
NW371: Moretele	77	51	19 834
NW372: Madibeng	4 660	666	38 292
NW373: Rustenburg	7219	1 590	46 182
NW374: Kgetlengrivier	979	83	5 759
NW375: Moses Kotane	211	359	49 022
NWDMA37: Pilansberg National Park	3	3	6
NW381: Setla-Kgobi	170	51	25 709
NW382: Tswaing	1 167	56	24 751
NW383: Mafikeng	1 429	1 166	48 287
NW384: Ditsobotla	2 504	198	26 118
NW385: Zeerust	1 038	244	31 034
NW391: Kagisano	310	43	26 017
NW392: Naledi	2 833	202	9 314
NW393: Mamusa	517	63	10 393
NW394: Greater Taung	356	145	46 494
NW395: Molopo	205	9	1 429
NW396: Lekwa-Teemane	1 337	30	6 613
NW401: Ventersdorp	816	24	6 788
NW402: Potchefstroom	5 250	440	9 749
NW403: City Council of Klerksdorp	10 676	1 459	24 851
NW404: Maquassi Hills	1 260	33	11 147
CBLC7: Phokwane (NW)	99	6	4 436
Pretoria City of Tshwane Metro (NW)	234	208	41 242
Totaal	**45 442**	**7 280**	**554 051**
Persentasie	7.5%	1.2%	91.3%
Gewigte	**122.81**	**18.29**	**1653.88**
Groot totaal	606 773		

Bron: Saamgestel m.b.v. SuperCROSS tabelle (SuperCROSS, 2004)

Inligting is bekom vanuit die databasis van die 2001-sensusopname in Suid-Afrika, wat in Mei 2004 bekend gestel is.



Figuur 4.3 Totale aantal Afrikaans-, Engels- en Tswanasprekende kinders (5-14 jaar oud) in Noordwes tydens die 2001-sensusopname

4.4 Bepaling van die konstrukgeldigheid van die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P))

Die SOW(P) bestaan uit 41 items wat elkeen op 'n 3-puntskaal ("amper altyd", "soms", "amper nooit") gemeet word. Voordat die navorsingsvrae egter beantwoord kan word, is dit nodig om die SOW(P) se konstrukgeldigheid deur faktoranalise en verwante statistiese prosedures te bepaal.

Hair, Anderson, Tatham en Black (1998) beveel aan dat die minimum steekproef wat nodig is om verkennende faktoranalise te doen, vyf keer die aantal items in die instrument moet wees, terwyl Tabachnick en Fidell (2001) meen dat 'n steekproef van sowat 300 vereis word. In die geval van hierdie studie word aan Hair *et al.* (1998) (5 x 41 = 205) en Tabachnick en Fidell (2001) se vereistes voldoen (n = 1 103).

4.4.1 Skeefheid by die SOW(P)

'n Perfekte normaalverspreiding is nie by individuele items verwag (of bevind) nie, maar daar is nietemin bevind dat in geen van die 41 items in die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) 95% of meer van die respondente dieselfde keuse op die drie-punt skaal gemaak het nie (Frijda & Johada, 1966; Smith 1988). Dit is dus nie nodig om 'n item uit die SOW(P) op grond van skeefheid weg te laat nie.

4.4.2 Geen-respons op items

Tabachnick en Fidell (2001) beveel aan dat in gevalle waar respondente 'n item(s) onbeantwoord gelaat het een van die volgende strategieë gevolg word: die ontbrekende data se waardes beraam word, die gevalle uitgelaat word óf dat data se paarsgewyse korrelasiematriks ontleed word. In die geval van hierdie studie is die ontbrekende data paarsgewys weggelaat om sodoende die maksimum inligting te behou.

4.4.3 Faktoranalise

Faktoranalise is 'n statistiese tegniek wat gebruik word om kovariansies tussen items te verklaar en om latente konstrukte te identifiseer. Die doel van verkennende faktoranalise is om die minimum aantal latente faktore te bepaal wat die kovariansie tussen waargenome veranderlikes toereikend verklaar (De Bruin, 2004). Indien 'n navorser 'n duidelike hipotese het rakende die aantal onderliggende latente faktore, die betekenis van die onderliggende faktore en die wyse waarop dit verband hou met die waargenome veranderlikes, word **bevestigende** faktoranalise gebruik om te bepaal hoe goed die struktuur wat in die hipotese gestel is, die kovariansie tussen waargenome veranderlikes verklaar (De Bruin, 2004). In hierdie geval word van **verkennende** faktoranalise gebruik gemaak, omdat die SOW(P) 'n aangepaste vraelys is wat vir die eerste keer by sulke jong kinders ingeskakel word.

Faktoranalise ontleed variansie wat 'n veranderlike met ander veranderlikes deel en die faktoranalisesproses verskaf beramings van elke item se **kommunaliteit**, wat die proporsie variansie is wat 'n item met ander items deel. Hierdie kommunaliteite behoort aanvaarbare vlakke van verklaring te toon en Hair *et al.* (1998) beveel aan dat wanneer die variansie vir 'n item/faktor wat onttrek word minder as 0.3 is, die veranderlike weggelaat behoort te word, aangesien dit nie toereikend verklaar word deur die faktoranalisesproses nie.

4.4.3.1 Bartlett se sferisiteitstoets en die Kaiser-Meyer-Olkintoets

Voordat faktoranalise uitgevoer word op die items van die SOW(P) word die geskiktheid vir die uitvoering van faktoranalise bepaal deur Bartlett se sferisiteitstoets wat die teenwoordigheid van betekenisvolle korrelasies tussen items statisties bepaal (Hair *et al.*, 1998). In hierdie studie is $p < 0.001$ verkry (vir Bartlett se sferisiteitstoets), wat daarop dui dat die korrelasies tussen items groot genoeg is om 'n sinvolle faktoranalise te kan doen. Die toereikendheid van die steekproefneming ($n = 1\ 103$) is gemeet deur die Kaiser-Meyer-Olkintoets (KMO) (Field, 2005) wat 'n waarde van 0.878 lewer en wat volgens Field (2005) daarop dui dat die faktorstruktuur relatief kompak is. Dit beteken dat onderlinge korrelasies tussen items bestaan sodat faktore sal vorm.

Vervolgens word 'n verkennende faktoranalise bespreek wat uitgevoer is op die 41 items in die SOW(P) se response, om die onderliggende faktorstruktuur te bepaal.

4.4.3.2 Besluit oor die aantal faktore wat onttrek moet word

Kaiser se kriterium (Field, 2005) stel dat die aantal faktore wat onttrek moet word, gelyk moet wees aan die aantal faktore waarvan die eiewaardes groter as 1.0 is en dit het by die eerste-orde-faktoranalise 11 faktore uitgewys uit die onderlinge korrelasies tussen die 41 items. Die eiewaardes van die 11 faktore asook die persentasie variansie wat daardeur verklaar word, word vervolgens in tabelvorm verstrek.

Tabel 4.10 Eiewaardes van die 11 faktore en die persentasie variansie wat dit verklaar

Faktor	Oorspronklike eiewaardes	Variansie verklaar
1	6.4	15.6
2	2.5	6.0
3	1.8	4.5
4	1.4	3.5
5	1.3	3.2
6	1.2	2.9
7	1.1	2.8
8	1.1	2.7
9	1.1.	2.6
10	1.1	2.6
11	1.0	2.5
		Totale persentasie variansie verklaar: 49.0

Tabel 4.10 toon die 11 faktore waarvan die eiewaardes groter as een is. Hierdie faktore verklaar 49% van die totale variansie.

Data van hierdie studie is geanaliseer deur 'n **skuinsrotasie** uit te voer aangesien vermoed is dat die faktore sterk met mekaar korreleer. Indien 'n skuinsrotasie-metode uitgevoer word, word die **patroonmatriks** geïnterpreteer (Hair *et al.*, 1998). Alle beladings groter as 0.3 is in ag geneem omdat korrelasies van 0.3 alreeds op sigbare korrelasies dui (Steyn, 2005). Faktore se *Oblimin*-geroteerde beladings en individuele items se kommunaliteite, soos verkry uit die ongeroteerde hoofkomponentanalise, word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.11 Patroonmatriks van die eerste-orde-faktoranalise en items se kommunaliteite soos uit die aanvanklike ongeroteerde hoofkomponentanalise verkry

	Komponente											*Kommunaliteite
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
39	.673											**.534**
18	.635											**.525**
27	.590											**.480**
30	.533											**.526**
36	.490		.387									**.487**
34	.419											**.405**
26												**.369**
4		.616										**.512**
10		.615										**.458**
20		.575										**.409**
29		.565										**.578**
32		.500										**.409**
1	-.319	.463										**.456**
38		.319		.317								**.481**
12			.638									**.560**
31			.447		-.401							**.534**
28			.401							-.379		**.506**
17			.319									**.427**
5				-.788								**.642**
33				.620								**.586**
19				-.492								**.569**
35					-.690							**.529**
14					-.619							**.562**
23					-.559							**.421**
21						-.711						**.496**
25						-.625						**.441**
41						-.527						**.459**
22												**.419**
15							-.599					**.458**
40			.364		.393		-.480					**.613**
37						-.339	-.404					**.483**
3								.660				**.562**
6	.324							.440				**.443**
7								.304				**.436**
8									-.744			**.612**
16									-.414			**.488**
13		.306							-.350			**.467**
24										.557		**.438**
2											-.579	**.438**
11											-.532	**.409**
9											-.504	**.459**

* Ná 'n skuinsrotasie is berekening van kommunaliteite en persentasievariansie verklaar deur individuele faktore nie meer moontlik nie (SPSS Inc.,2005)
Onttrekkingsmetode: Hoofkomponentontleding; rotasie-metode: *Oblimin* met Kaiser-normalisering.

Tabel 4.11 toon die 11 faktore wat onttrek is. Geeneen van die items se kommunaliteite is kleiner as 0.3 (Tabacnick & Fidell, 1998) nie.

Die volgende faktore is geïdentifiseer[28]:

1. Wiskunde-selfvertroue
2. Wiskunde-selfbeeld
3. Passiewe angs teenoor onderwyser
4. Leesvaardighede
5. Hulpsoekstrategieë
6. Milieu (in klaskamer en tuis)
7. Deelname aan groepwerk
8. Taal/moeilik/leer
9. Deelname/milieu
10. Voordele van swartbord
11. Gedrag in Wiskunde-klas

Volgens De Bruin (2004) kan navorsers die volgende probleme ondervind wanneer faktoranalises op items van 'n meetinstrument uitgevoer word:

(1) Die items kan in vergelyking met die subskaal onbetroubaar wees wat lei tot

- verskraalde korrelasies tussen items;
- lae faktorbeladings; en
- groot unieke variansies relatief tot gedeelde variansie.

(2) Die verwantskappe tussen items is dikwels nie-lineêr en nie-normaal nie, sodat nie aan lineariteit en normaliteit voldoen word nie (Bernstein & Teng, 1989; Waller, Tellegen, McDonald, & Lykken, 1996). Probleme met nie-lineariteit word gereflekteer in betekenisvolle eenveranderlike skeefheid, kurtose en meerveranderlike kurtose en manifesteer in sogenaamde 'probleemfaktore waar items met soortgelyke verspreiding neig om faktore te vorm ongeag hul inhoud (Finch & West, 1997). Sulke faktore is vals en het min of geen betekenis nie.

[28] Dit was in sommige gevalle moeilik om faktore duidelik te benoem, aangesien items met verskillende inhoude met sommige van die faktore gekorreleer het.

(3) By die Likert-skale ontbreek die aanname van kontinue data. Hoe minder kategorieë daar in die skaal is, hoe belangriker word hierdie oorweging (Little *et al.*, 2002). Bandalos (2002) beskryf intervalle tussen skaalpuntitems as growwe kategorisering aangesien intervalle van gelyke lengte afwesig is en dus nie voldoen word aan die aanname dat die veranderlikes ten minste op 'n intervalskaal gemeet is nie (Finch & West, 1997).

In hierdie studie is 'n 3-puntskaal gebruik eerder as 'n skaal met meer kategorieë, aangesien die leerders se ontwikkelingsvlak laag is en meer kategorieë potensieel 'n minder betroubare meting sou gee.

4.4.3.3 Korrelasies tussen faktore

Vervolgens word die korrelasiematriks weergegee. Steyn (2005) gee as riglyn aan dat korrelasies van 0.3 kan dui op sigbare en van 0.5 op prakties betekenisvolle verbande.

Tabel 4.12 Faktor-korrelasiematriks

Komponent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.00										
2	-.228	1.00									
3	.139	-.031	1.00								
4	-.248	.189	-.112	1.00							
5	.016	-.054	-.034	-.014	1.00						
6	.231	-.171	.052	-.241	.112	1.00					
7	.089	-.114	.019	-.085	.019	.054	1.00				
8	.102	-.075	.066	-.068	-.004	.008	.031	1.00			
9	.141	-.152	-.009	-.156	.095	.205	.023	.005	1.00		
10	.003	.025	.013	-.007	-.047	-.033	-.049	.014	.005	1.00	
11	-.159	-.033	-.143	.139	.042	-.081	.033	-.070	-.013	-.020	1.00

Onttrekkingsmetode: Hoofkomponentanalise; rotasie: *Oblimin* met Kaiser-normalisering.

Uit 'ninspeksie van Tabel 4.12 blyk dit dat slegs 'n paar korrelasies tussen faktore kan dui op verbande. Die hoogs moontlike korrelasies wat wel voorkom, is tussen:

- faktore 1 en 4 (-.248) wat 'n sigbare verband toon tussen respondente se gebrek aan selfvertroue en leesvaardighede;
- faktore 1 en 6 (.231) wat 'n sigbare verband impliseer tussen respondente se gebrek aan Wiskunde-selfvertroue en hul milieu (in die klaskamer en tuis); en
- faktore 1 en 2 (-.228) wat impliseer dat respondente se gebrek aan Wiskunde-selfvertroue sigbaar verband hou met hul Wiskunde-selfbeeld.

4.4.3.4 Kontrolefaktoranalises[29]

In hierdie stadium is die volgende twee eerste-orde-faktoranalises ook uitgevoer om te verseker dat die 'beste' moontlike faktore onttrek is, naamlik:

(1) Hoofkomponentfaktoranalise op 39 items met *Oblimin*-rotasie met Kaiser-normalisering waar items 9 en 24 weggelaat is aangesien respondente by die inskakeling van die vraelyste probleme ondervind het met die verstaan van die items. Tien faktore met eiewaardes groter as een is onttrek (geen tweede-ordefaktoranalise is op hierdie faktore uitgevoer nie).

(2) Hoofkomponentfaktoranalise op 40 items met *Oblimin*-rotasie met Kaiser-normalisering. Item 24 is weggelaat. Tien faktore met eiewaardes groter as een is onttrek (4.3.3.5(iii)).

Nie een van bogenoemde faktoranalises het 'n beter faktorstruktuur gelewer as die een waarmee begin is nie.

4.4.4 Tweede-ordefaktoranalise

'n Tweede-ordefaktoranalise is op die faktore wat in die eerste-orde-faktoranalise geïdentifiseer is, uitgevoer.

4.4.4.1 Besluit oor die aantal faktore wat onttrek moet word

Kaiser se kriterium wat die aantal faktore bepaal wat onttrek moet word (op grond van eiewaardes wat groter as een is), het twee faktore uitgewys uit die onderlinge korrelasies tussen die 11 faktore uit die eerste-orde-faktoranalise.

Tabel 4.13 Eiewaardes van tweede-ordefaktore, asook persentasie variansie verklaar

Faktor	Eiewaardes	Persentasie variansie verklaar
Faktor 1	2.96	26.9
Faktor 2	1.50	13.6
Totaal		Totale persentasie variansie verklaar: 40.4

Tabel 4.13 bring aan die lig dat twee faktore eiewaardes groter as een het en dat die totale variansie wat hierdeur verklaar word 40.4% is. Hierdie persentasie variansie wat verklaar is, is

[29] Kyk Figuur 4.4 en 4.4.4.5.

minder as 50%, wat moontlik die gevolg is van die feit is dat met leerders van primêre skole gewerk is.

4.4.4.2 Die patroonmatriks van die tweede-ordefaktoranalise

Faktore se patroonmatriks van die *Promax*-geroteerde beladings en individuele items se kommunaliteite, soos verkry uit die geroteerde hoofkomponentanalise, word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.14 Patroonmatriks van die tweede-ordefaktoranalise, items se kommunaliteite soos uit ongeroteerde faktoranalise verkry is en aantal items in elke faktor

	Faktor 1	Faktor 2	Kommunaliteite	Aantal items in elke faktor
f11	**.716**		.445	3
f3	**.652**		.415	4
f1	**.612**		.600	7
f8	**.588**		.303	3
f4	**.476**		.420	3
f2		**.729**	.553	7
f9		**.609**	.409	3
f7		**.587**	.318	3
S24		**.518**	.240	1
f6	-.322	**.504**	.478	3
f5	.426	**.482**	.263	3

Onttrekkingsmetode: hoofkomponentanalise; rotasie-metode: *Promax* met Kaiser-normalisering.

Tabel 4.14 bring aan die lig dat Faktor 1 saamgestel is uit vyf subfaktore wat uit 20 items bestaan, en Faktor 2 uit ses subfaktore wat uit 21 items bestaan. Dit blyk dat daar nie 'n duidelike skeiding vir Faktor 5 is nie. Dit dien vermeld te word dat daar op grond van die literatuur (Maree, 1997a) verwag kon word dat drie faktore onttrek sou word.

4.4.4.3 Betroubaarheid van tweede-ordefaktore

Betroubaarheidsontleding vir die twee faktore, in Tabel 4.14 weergegee, is uitgevoer. Die interne konsekwentheid van die vraelys word dus weergegee deur die betroubaarheidskoëffisiënt Cronbach α, gegrond en bereken na aanleiding van die gemiddelde van alle moontlike halveer-metode (*split-half*) betroubaarheidskoëffisiënte (Nunnally, 1978). Resultate van die betroubaarhede van die twee faktore word in Tabel 4.15 weergegee.

Tabel 4.15 Resultate van die betroubaarheid van faktore (Cronbach α -waardes)

	Faktor 1	Faktor 2
Cronbach α	0.765	0.720

Uit Tabel 4.15 blyk dit dat beide faktore 'n Cronbach α-waarde van groter as 0.7 lewer en vir die doel van hierdie studie kan die faktore as betroubaar aanvaar word (Nunnally, 1978).

4.4.4.4 Ander tweede-ordefaktoranalises as kontrolemaatreëls[30]

Daar is besluit om die volgende drie tweede-ordefaktoranalises as kontrolemaatreëls uit te voer:

(1) Hoofkomponentfaktoranalise met *Oblimin*-rotasie met Kaiser-normalisering: onttrek twee faktore met eiewaardes groter as een met Faktor 1 wat uit 28 items en Faktor 2 wat uit 13 items bestaan.

(2) Hoofkomponentfaktoranalise met *Oblimin*-rotasie met Kaiser-normalisering waarin drie faktore gespesifiseer is: lewer drie faktore wat nie duidelik skei nie.

(3) Hoofkomponentfaktoranalise met *Oblimin*-rotasie met Kaiser-normalisering onttrek drie faktore wat gespesifiseer is. In hierdie ontleding is item 24 uitgelaat. Faktor 1 bestaan uit 14 items en lewer 'n Cronbach α-waarde gelyk aan 0.780; Faktor 2 bestaan uit 20 items en lewer 'n Cronbach α -waarde gelyk aan 0.765; Faktor 3 bestaan uit ses items en lewer 'n Cronbach α-waarde gelyk aan 0.437. Die laaste faktor lewer 'n baie lae betroubaarheidskoëffisiënt en die konstruk kan dus nie as betroubaar aanvaar word nie.

4.4.5 Faktoranalise op items gegroepeer in pakkies

Ná deeglike oorweging en in samewerking met my studieleiers, is besluit om 'pakkies' van twee of drie items met soortgelyke betekenis (De Bruin, 2004) [31] saam te stel en dan 'n faktoranalise op die pakkies uit te voer. De Bruin (2004) redeneer dat itempakkies meer betroubaar is as individuele items, aangesien die veranderlike nou meer waardes kan aanneem as 'n enkele item en die waarskynlikheid van lineêre verwantskappe met ander pakkies of faktore groter is (Comrey, 1988; Little *et al.*, 2002).

---

[30] Kyk Figuur 4.4.

[31] Kyk 2.7.6.2 (iv) vir vollediger inligting.

waarskynlikheid van lineêre verwantskappe met ander pakkies of faktore groter is (Comrey, 1988; Little *et al.*, 2002).

Daar is besluit om items 24 en 40 in hierdie stadium weg te laat aangesien dit tydens die inskakeling van die SOW(P) geblyk het dat sommige leerders probleme ervaar het om die items te verstaan. (Dit mag wees dat die bewoording, maar meer waarskynlik die konsepte wat dit verteenwoordig, onaanvaarbaar, onbekend of moeilik was).

4.4.5.1 Faktoranalise op die pakkies

'n Hoofkomponentfaktoranalise is op die pakkies uitgevoer. Drie van die rotasiemetodes, *Varimax, Oblimin* en *Promax,* het dieselfde drie faktore met 'n unieke faktorpatroon gelewer. Vervolgens word die pakkies (met 'n aanduiding van die SOW(P) se items) wat saamgestel is, asook die benoeming van die pakkies, in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.16 SOW(P) se items wat in pakkies gegroepeer is asook beskrywing van pakkies

	Pakkies met itemnommers uit SOW(P)	**Beskrywing van die pakkies**
Faktor 1	1.1 (18, 30, 39)	Negatiewe belewing van Wiskunde-klas
	1.2 (17, 26)	Vermy doen van Wiskunde
	1.3 (33, 5, 19)	Gebrek aan selfvertroue
	1.4 (36, 28, 12)	Passiewe angs teenoor onderwyser
	1.5 (2, 7)	Houding teenoor die leer van Wiskunde
	1.6 (11, 27)	Onsekerheid
	1.7 (3, 6)	Onbekende taal of moeilike vak
	1.8 (9, 34, 31)	Vermy mislukking
Faktor 2	2.1 (15, 37)	Deelname aan groepwerk
	2.2 (23, 20)	Belangstelling in Wiskunde
	2.3 (38, 13)	Betrokkenheid by Wiskunde
	2.4 (16, 22)	Tekort aan aandag-gee
	2.5 (29, 32)	Wiskunde-selfbeeld
	2.6 (1, 8)	Persoonlike voorkeure
	2.7 (21, 25, 41)	Selfvertroue
	2.8 (14, 35)	Hulpsoekstrategieë
	2.9 (4, 10)	Selfdoeltreffendheid

Tabel 4.16 bring aan die lig dat 8 pakkies uit Faktor 1 saamgestel is en 9 uit Faktor 2. Verder is die pakkies benoem volgens die inhoud wat dit verteenwoordig.

4.4.5.2 Aantal faktore onttrek

Vervolgens word die drie faktore met eiewaardes groter as een in tabelvorm weergegee, asook die persentasie variansie wat dit verklaar.

Tabel 4.17 'Pakkies' se eiewaardes

Pakkies se faktore	Eiewaarde	Totale persentasie variansie verklaar
Faktor 1	4.0	23.3
Faktor 2	1.9	11.2
Faktor 3	1.1	6.4
		40.9

Uit Tabel 4.17 se inligting blyk dit dat drie faktore met behulp van Kaiser se Kriterium onttrek is wat 40.9% van die totale variansie verklaar. Hierdie persentasie variansie wat verklaaris, is minder as 50%, wat moontlik die gevolg is van die feit is dat met laerskoolleerders gewerk is.

4.4.5.3 Patroonmatriks van die *Promax*-geroteerde faktore

Vervolgens word die patroonmatriks van die faktoranalise op die pakkies, kommunaliteite, soos verkry uit ongeroteerde hoofkomponentanalise, asook die aantal items per pakkie, in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.18 Patroonmatriks van die faktoranalise op die pakkies, items se kommunaliteite (soos uit ongeroteerde hoofkomponentanalise) en aantal items per pakkie

Pakkie se nommer	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Kommunaliteite	Aantal items in elke pakkie (39 items)
1.8	**.732**			.528	3
1.4	**.682**			.446	3
1.2	**.647**			.411	2
1.3	**.645**			.416	3
1.6	**.610**			.385	2
1.7	**.551**			.324	2
2.4	**-.513**			.367	2
2.9		**.769**		.590	2
2.5		**.656**		.516	2
2.6		**.655**		.423	2
1.5		**.350**		.209	2
2.8			**.732**	.509	2
2.7			**.538**	.426	3
2.1			**.488**	.306	2
2.2			**.400**	.254	2
2.3			**.389**	.330	2

Onttrekkingsmetode: hoofkomponentanalise; rotasie: *Promax* met Kaiser-normalisering

Tabel 4.18 bring aan die lig dat drie faktore duidelik skei. Die feit dat twee pakkies se kommunaliteite laer as 0.3 is, kan moontlik 'n aanduiding daarvan wees dat daar nog items is waarvan die betekenis nie vir die leerders duidelik was nie.

4.4.5.4 Beskrywing van die drie faktore wat onttrek is

Die drie faktore en die pakkies wat dit insluit, word vervolgens beskryf.

Tabel 4.19 Beskrywing van die drie faktore wat deur pakkies onttrek is

Beskrywing van faktor[32]	**Benoemde pakkies ingesluit in faktore**	**Aantal items per pakkie**
Faktor 1 *Wiskunde-angs*	1.8 Vermydingsgedrag/Vermy mislukking	3
	1.1 Negatiewe belewing van Wiskunde-klas	3
	1.4 Passiewe angs teenoor onderwyser	3
	1.2 Vermy doen van Wiskunde	2
	1.3 Gebrek aan selfvertroue	3
	1.6 Onsekerheid	2
	1.7 Onbekende taal of moeilike vak	2
	2.4 Tekort aan aandag-gee	2 Totaal 20
Faktor 2 *Studiehouding jeens Wiskunde*	2.9 Selfdoeltreffendheid	2
	2.5 Wiskunde-selfbeeld	2
	2.6 Persoonlike voorkeure	2
	1.5 Houding teenoor die doen van Wiskunde	2 Totaal 8
Faktor 3 *Studiegewoontes in Wiskunde*	2.7 Selfvertroue	3
	2.8 Hulpsoekstrategieë	2
	2.1 Deelname aan groepwerk	2
	2.2 Belangstelling in Wiskunde	2
	2.3 Betrokkenheid by Wiskunde	2 Totaal 11

Tabel 4.19 toon dat Faktor 1 (*Wiskunde-angs*) saamgestel is uit 20 items, Faktor 2 (Studiehouding jeens Wiskunde) uit agt items en Faktor 3 (*Studiegewoontes in Wiskunde*) uit 11 items.

[32] Dit blyk dat drie faktore, soortgelyk aan wat Maree (1997) by die oorspronklike ontwikkeling van die SOW vir hoërskoolleerders (Grade 8 en 9) onttrek het, ook in hierdie studie onttrek is.

4.4.5.5 Korrelasies tussen faktore

Tabel 4.20 Korrelasies tussen faktore/faktore

Veld/Faktor[33]	**Veld/Faktor 1** *Wiskunde-angs*	**Veld/Faktor 2** *Studiehouding jeens Wiskunde*	**Veld/Faktor 3** *Studie-gewoontes in Wiskunde*
1 *Wiskunde-angs*	1.000		
2 *Studiehouding jeens Wiskunde*	**-.287**	1.000	
3 *Studiegewoontes in Wiskunde*	-.157	**.221**	1.000

Inspeksie van Tabel 4.20 bring aan die lig dat Faktor 1 (*Wiskunde-angs*) 'n sigbare verband met Faktor 2 (Studiehouding in Wiskunde) het, asook dat Faktor 3 (*Studiegewoontes in Wiskunde*) 'n sigbare verwantskap met Faktor 2 (Studiehouding jeens Wiskunde), toon.

4.4.5.6 Betroubaarheid van die drie faktore

Betroubaarheid van die drie faktore wat onttrek is, word vervolgens weergegee.

Tabel 4.21 Betroubaarheid (Cronbach α-waardes) van faktore

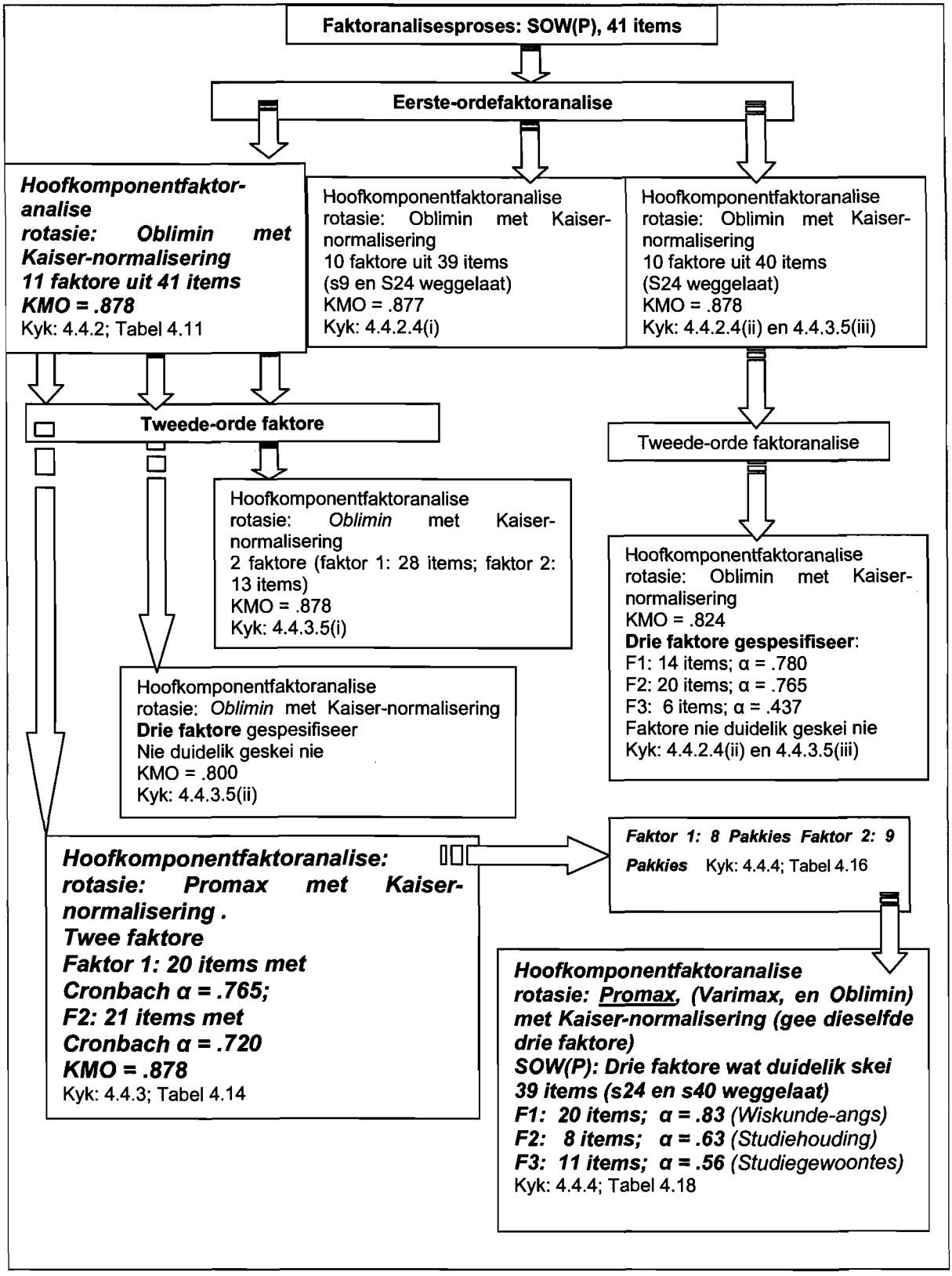
	Veld/Faktor 1 *Wiskunde-angs*	**Veld/Faktor 2** *Studiehouding jeens Wiskunde*	**Veld/Faktor 3** *Studiegewoontes in Wiskunde*
Cronbach α-waarde	.83	.63	.56

Uit inspeksie van Tabel 421 blyk dit dat Faktor 1 (*Wiskunde-angs*) se Cronbach α gelyk is aan .83 wat baie hoog is, Faktor 2 (*Studiehouding jeens Wiskunde*) en 3 *(Studiegewoontes in Wiskunde*) onderskeidelik 0.63 en 0.56 is, wat vir die doel van hierdie studie aanvaarbaar is (Field, 2005), maar moontlik kan dui op items waarvan die bewoording vir leerders onduidelik was.

Vervolgens word die verskillende faktoranalises wat in hierdie studie uitgevoer is, diagrammaties voorgestel. Die dele van die diagram in **vetdruk** (*bold*), is dié faktoranalises wat vir hierdie studie aanvaar en bespreek word, terwyl dié wat in grys gedruk is, die kontrolefaktoranalises vir die studie is.

---

[33] Die begrip *faktor* sal nou afwisselend en sinoniem met die begrip *veld* gebruik word.



Figuur 4.4 Diagrammatiese voorstelling van die faktoranalisesproses in hierdie studie

4.4.6 Itemsydigheid

4.4.6.1 Definisie van die begrip *itemsydigheid*

'n Item is sydig as respondente uit verskillende groepe nie dieselfde verwagte telling vir die item behaal nie. Uit die literatuur blyk dit dat daar verskeie statistiese prosesse is wat uitgevoer kan word om itemsydigheid vas te stel (Tabachnick & Fidell, 2001). In hierdie studie word drie van die statistiese prosesse uitgevoer, uitkomste met mekaar vergelyk en besluite op grond daarvan geneem. Elke statistiese tegniek wat in hierdie studie uitgevoer is, word vervolgens kortliks bespreek.

4.4.6.2 Tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies

Tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies is gebruik om verbande tussen graad, geslag en taal met individuele items, met behulp van effekgroottes, te ondersoek. Die effekgrootte $\omega = \sqrt{\frac{x^2}{n}}$, waar x^2 die Chi-kwadraat-toetsgrootheid is en n die aantal waarnemings, word gebruik waarvoor Cohen (1988) die volgende riglyne voorstel: 'n klein effek indien $\omega = 0.1$; medium effek indien $\omega = 0.3$; en groot effek indien $\omega = 0.5$. 'n Verband met $\omega \geq 0.5$ word as prakties betekenisvol gereken.

4.4.6.3 ANOVA

Hier word Likert-tipe tellings as intervalveranderlikes beskou. Itemsydigheid word deur variansieanalise van elke item ondersoek. Die telling vir die item is die afhanklike veranderlike terwyl die vlakke waarin totaaltellings ingedeel is en taalgroepe die onafhanklike is. Die totaaltelling vir die instrument word in 10 groepe (vlakke) verdeel, sodat elke vlak uit omtrent ewe veel respondente saamgestel is.

Die effekgroottes van die ANOVA wat in hierdie geval van belang is, word vervolgens genoem:

(a) Indien die effekgrootte van taal nie betekenisvol is nie, word aanvaar dat die item nie-sydig is ten opsigte van taal; en

(b) 'n Betekenisvolle interaksie van tellingvlak met taal, dui aan dat die verskille tussen taalgroepe nie konstant oor vlakke is nie en dit impliseer dat die item beter diskrimineer vir een taalgroep as vir die ander (Mellenbergh, 1982).

Die η^2 (eta-kwadraat) effekgrootte word in dié geval gebruik en die volgende is die riglyn-waarde:: $\eta^2 \approx 0.01$ 'n klein effek; $\eta^2 \approx 0.06$ 'n medium effek; en $\eta^2 \approx 0.14$ 'n groot effek wat prakties betekenisvol is (Cohen, 1988). In hierdie studie sal medium effekte as aanduiders van moontlike itemsydigheid gebruik word.

4.4.6.4 Rasch-modelle

Die basis van die Rasch-ontleding is die soeke na patrone in die data om sodoende die response van individuele respondente en van alle respondente as 'n groep vir 'n bepaalde item voorspelbaar te maak (McNamara, 1996). Afleidings kan gemaak word uit die verband tussen persoonsvermoë en moeilikheidsgraad van items vir 'n bepaalde groep respondente en items, asook hoe waarskynlik die uitkoms is vir hierdie items met ander soortgelyke respondente en vir hierdie persone met ander soortgelyke items (McNamara, 1996).

Voordat itemsydigheid ondersoek kan word, is dit nodig om te bepaal of die data die model pas.

Die *infit*- en *outfit*-gemiddelde kwadraatstatistiek kan as passingmaatstaf vir Rasch-modelle gebruik word. Volgens die aanbeveling van Linacre en Wright (1994) is items met *infit*- en *outfit*-waardes tussen 0.7 en 1.4 in die ontleding van die Rasch-model toereikend. Winsteps (2006) daarteenoor stel 0.5 tot 1.5 voor as riglyn vir die *infit*- en *outfit*-statistiek, terwyl McNamara (1996) waardes tussen 0.75 en 1.3 voorstel. Hoë *outfit*-waardes mag die gevolg wees van 'n paar willekeurige response deur lae presteerders. Hoë *infit*-waardes dui daarop dat die items se moeilikheidsgraad nie pas by die teikengroep respondente waarop dit gerig is nie (McNamara, 1996).

Wanneer al die items in die model pas, lewer dit bewys dat al die items dieselfde onderliggende eienskap meet (De Bruin, 2004).

Differensiaalitemfunksionering of DIF (*differential item functioning*) word gebruik om vas te stel of enige van die items sydig is, dit wil sê of een groep respondente beter vaar in 'n item as 'n ander groep (Winsteps, 2006). Verder word Mantel-Haenszel se p-waarde gebruik om sydigheid aan te toon (Winsteps, 2006). Itemsydigheid kom meer voor by Mantel-Haenszel as by effekgroottes, moontlik omdat dit op p-waardes berus, wat sensitief is vir steekproefgrootte.

4.4.6.5 Passing van data op die Rasch-model

Aangesien die Rasch-modelle slegs geldig is vir eendimensionele modelle, word items wat op elk van die drie faktore/faktore in Tabel 4.18 laai, afsonderlik in 'n Rasch-ontleding ondersoek. Die passingmaatstawwe vir die *Wiskunde-angs*-items word in Tabel 4.22 gegee, *Studiehouding in Wiskunde*-items in Tabel 4.23 en *Studiegewoontes in Wiskunde*-items in Tabel 4.24.

Tabel 4.22 Gemiddelde kwadraat *infit*- en *outfit*-statistiek vir die passing van SOW(P) se *Wiskunde-angs*-items asook itemkorrelasies

Itemnommer	*INFIT* Itempassing	*OUTFIT* Persoonpassing	Itemkorrelasie
31	1.14	**1.51**	**.19**
33	1.07	1.05	.27
16	1.13	1.11	.31
28	1.20	1.20	.33
3	.90	.96	.34
11	.92	.95	.35
5	1.13	1.14	.36
12	1.04	1.00	.39
6	.80	.83	.39
17	.98	1.03	.39
9	1.18	1.18	.42
26	1.06	1.02	.42
18	.95	.98	.44
27	.77	.78	.45
36	.93	.91	.45
39	.94	.93	.47
19	.97	.96	.48
22	.93	.90	.50
34	.92	.89	.51
30	1.12	.94	.52
Gemiddelde	1.00	1.01	
standaardafwyking	.12	.16	

Uit inspeksie van die *infit*- en *outfit*-statistiek van die *Wiskunde-angs*-items (Tabel 4.22) blyk dit dat slegs een item se *outfit-waarde* buite die riglyne val, naamlik item 31 (*outfit*-statistiek = 1.51). Die hoë *outfit*-waarde mag die gevolg wees van 'n paar willekeurige response deur lae presteerders of dat die bewoording nie duidelik was nie. Die gemiddelde *infit*-waarde is 1.00 (SD = 0.12) en die gemiddelde *outfit*-waarde is 1.01 (SD = 0.16), wat op 'n bevredigende passing dui. Die waarde van die itemkorrelasie van item 31 is baie laag (**0.19**) en dui moontlik aan dat item 31 iets anders as die onderliggende eienskap meet. Die bewoording van item 31 is verander van ***As ek met 'n som sukkel, lees ek dit weer*** na ***Ek lees 'n som weer 'n keer as ek daarmee sukkel*** (Kyk 4.4.7). Die spreiding van die ander items se itemkorrelasies is redelik klein – dit wissel vanaf 0.27 tot 0.52 – wat 'n aanduiding is dat items soortgelyke verwantskappe met die latente eienskap deel.

Tabel 4.23 Gemiddelde kwadraat *infit-* en outfit-statistiek vir die passing van SOW(P) se *Studiehouding jeens Wiskunde* items asook itemkorrelasies

Itemnommer	*INFIT* Itempassing	*OUTFIT* Persoonpassing	Itemkorrelasies
7	**1.47**	**1.44**	.15
8	1.36	1.23	.17
2	1.01	1.05	.19
1	.83	.81	.37
10	.91	.79	.39
32	.91	.86	.40
29	.84	.80	.43
4	.81	.70	.43
Gemiddelde	1.02	.97	
standaardafwyking	.24	.23	

Inspeksie van die *infit-* en *outfit*-waardes in Tabel 4.23 bring aan die lig dat item 7 se *infit-* en *outfit*-statistiek groter as die riglynwaardes is. Die item lees: ***Ek doen somme as ek vir 'n toets leer.*** Die bewoording mag moontlik verwarrend wees en dit sou moontlik beter wees as dit verander word na: ***Ek doen somme om vir Wiskunde te leer.*** Die gemiddelde *infit*-waarde is 1.02 (SD = 0.24) en die gemiddelde *outfit*-waarde is 0.97 (SD = 0.23), wat op 'n bevredigende passing dui. Die spreiding van die itemkorrelasies is redelik klein (tussen 0.15 tot 0.43), wat 'n aanduiding gee dat die items soortgelyke verwantskappe met die onderliggende eienskap het. Die waarde van die itemkorrelasie van items 7, 8 en 2 is laag en mag moontlik dui op die bewoording van vrae wat onduidelik is (Kyk 4.4.7).

Tabel 4.24 Gemiddelde kwadraat *infit*- en *outfit*-statistiek vir die passing van SOW(P) se *Studiegewoontes in Wiskunde* items asook itemkorrelasies

Itemnommer	*INFIT* Itempassing	*OUTFIT* Persoonpassing	Itemkorrelasie
15	1.15	1.17	.15
23	1.11	1.13	.15
14	.95	.98	.15
35	.92	.91	.25
20	.95	.95	.26
21	1.11	1.02	.27
37	1.02	.99	.28
38	1.03	.91	.30
13	1.04	.92	.31
25	.94	.91	.33
41	.99	.85	.33
Gemiddelde	1.02	.98	
standaardafwyking	.07	.09	

Inspeksie van die *infit*- en *outfit*-waardes van *die Studiegewoontes in Wiskunde* se items toon dat al die items aan gestelde riglyne voldoen. Die gemiddelde *infit*-waarde is 1.02 (SD = 0.07) en die gemiddelde *outfit*-waarde is 0.98 (SD = 0.09), wat op 'n goeie passing dui. Die spreiding van die itemkorrelasies is redelik klein (vanaf 0.15 tot 0.33), wat aandui dat die items soortgelyke verwantskappe met die onderliggende eienskap toon. Die waarde van die itemkorrelasie van items 14, 15 en 23 is laag, wat ooreenstem met diskriminasiewaardes (Tabel 4.32; 4.4.8.7) en daarom is die bewoording van hierdie items verander, aangesien vermoed is dat bewoording onduidelik of verwarrend vir leerders kan wees (Kyk Tabel 4.27 se bespreking).

4.4.6.6 Gevolgtrekking oor die passing van data

In die geheel toon die ontleding van die Rasch-model dat met die uitsondering van twee items (31 en 7), waarvan die bewoording verander (kyk 4.4.7) is, die passing van die SOW(P) se items toereikend is. Elke subskaal (faktore) van die SOW(P) meet 'n eendimensionele konstruk.

4.4.7 Itemsydigheid van die SOW(P)-faktore

Vervolgens word itemsydigheid by die items van die SOW(P) se drie faktore ondersoek en inligting word onderskeidelik in Tabel 4.25, 4.26 en 4.27 weergegee.

Tabel 4.25 **SOW(P) se Faktor 1 (*Wiskunde-angs*) se itemsydigheid per taal, geslag en graad verkry uit (i) tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies effekgroottes, (ii) ANOVA ten opsigte van taal en interaksie van vlak met taal, en (iii) Mantel-Haenszel se p-waardes soos uit Rasch**

	(i) Tweerigtingfrekwensietabelle effekgrootte ω			(ii) ANOVA (taal) effekgrootte η^2		(iii) Mantel-Haenszel p-waardes		
Item-nommer	graad	Geslag	Taal	Groepsydigheid ten opsigte van taal:	Groepsydigheid ten opsigte van die interaksie van taal en vlak	Afrikaans en Tswana	Afrikaans en Engels	Tswana en Engels
3	**.31**	.07	.10	.008	.005	.0069	.3707	.5150
5	.23	.05	.21	.005	.008	**.0066**	.8702	**.0012**
6	.27	.13	.08	.003	.006	**.0030**	**.0115**	.4088
9	.18	.03	.32*	.001	.006	**.0000**	**.0020**	**.0000**
11	.16	.01	.23	.001	.007	**.0001**	**.0103**	.1434
12	.19	.13	.12	.006	.009	.2420	**.0000**	**.0093**
16+	.27	.04	.13	.004	.018	.1240	.3266	.5094
17	.24	.05	.11	.002	.010	.5373	.5353	.7511
18	**.29**	.07	.11	.003	.022	**.0034**	.7520	.0477
19	.20	.06	.22	.011	.014	**.0045**	.9594	**.0001**
22	**29**	.03	**.25**	.000	.026	.0472	**.0001**	.0986
26	**.38**	.07	.15	.007	.017	.4225	.1355	.8500
27	.15	.09	.10	.007	.014	**.0236**	**.0338**	**.0000**
28	.18	.06	.13	.001	.004	.4615	.5551	.6924
30	**.31**	.07	.18	.002	.019	.7195	.2876	.6756
31+	.26	.11	.06	.019	.013	.6993	.1985	**.0390**
33+	.27	.11	.07	.020	.016	**.0308**	.4148	**.0000**
34	**.29**	.05	.17	.001	.012	.1743	.4259	.7198
36	.19	.01	.10	.005	.013	**.0001**	.0667	.0820
39	.22	.04	.08	.021	.013	**.0000**	**.0000**	.2321
	Effekgrootte $\omega \approx 0.3$; dui moontlike itemsydigheid aan			**Effekgrootte $\eta^2 > 0.06$; moontlike itemsydigheid aan**		**$p < 0.05$ dui itemsydigheid aan**		

+Hierdie items is omgekeer om sodoende alle items op dieselfde skaal te meet as die ander items in die faktor.
* Vetgedrukte waardes dui op sydigheid of moontlike sydigheid.

Inspeksie van Tabel 4.25 bring die volgende aan die lig:

(1) Dit blyk uit die tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies dat:

(a) mediumgrootte effekte (sigbare verskille) ten opsigte van **graad** (graad 4 tot 7) voorkom by items 3, 18, 22, 26, 30, en 34. Hierdie verskille is tussen graadgroepe verwag en daarom is besluit dat normtabelle vir die verskillende grade opgestel sal word;

(b) geen verskille ten opsigte van **geslag** by *Wiskunde-angs*-items voorkom nie. Dit kom ooreen met die verwagting van die navorser en studieleiers. Om hierdie rede is besluit om nie verder na itemsydigheid ten opsigte van geslag te kyk nie;

(c) mediumgrootte effek (sigbare verskille) ten opsigte van **taal** voorkom by items 9 en 22.

Item 9 lees: ***Ek stel my Wiskunde-huiswerk uit***. Ek het verwag dat hierdie item probleme sou lewer, aangesien respondente uit alle taalgroepe tydens die inskakeling van die SOW(P) vrae rakende die betekenis hiervan gehad het. Dit blyk dat die begrip "uitstel" 'n moeilike of onbekende begrip vir respondente in die laer grade is. Dit is nie moontlik om die item duideliker te stel nie en dit word onveranderd gelaat.

Item 22 lees: ***Ek sukkel om in die klas op te let***; terwyl item 16 wat lees: ***Ek let op in die klas,*** geen probleme lewer nie. Dit is moeilik om te verstaan dat item 22 probleme gee, maar nie item 16 nie en daarom word item 22 onveranderd gelaat.

(2) Die ANOVA se η^2 dui daarop dat geen item groepsydigheid ten opsigte van óf taal óf die interaksie van vlak met taal toon nie.

(3) Mantel-Haenszel se p-waardes (soos uit Rasch) toon dat itemsydigheid by items 5, 18, 22, 31, 36, 6, 11, 12, 19, 33, 39, 9, 27 ten opsigte van **taal** voorkom. Hierdie items is deeglik bestudeer, bewoording is heroorweeg, verstaanbaarheid is gekontroleer en die volgende is besluit:

- Items 5, 9, 11, 18, 22, 27, 36, 6, 12, 19, 33, 39 word onveranderd gelaat en dit word aanvaar dat sekere taalgroepe Wiskunde moontlik moeiliker mag vind as ander.

Tabel 4.26 **SOW(P) se Faktor 2 (Studiehouding jeens Wiskunde) se itemsydigheid per taal, geslag en graad verkry uit (i) tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies effekgroottes, (ii) ANOVA ten opsigte van taal en interaksie van vlak met taal, en (iii) Mantel-Haenszel p-waardes soos uit Rasch**

	(i) Tweerigtingfrekwensietabelle effekgrootte ω			(ii) ANOVA (taal) effekgrootte η^2		(iii) Mantel-Haenszel p-waardes		
Item-nommer	**graad**	**Geslag**	**Taal**	**Groepsydigheid ten opsigte van taal**	**Groepsydigheid ten opsigte van die interaksie van taal en vlak**	**Afrikaans en Tswana**	**Afrikaans en Engels**	Tswana en Engels
1	.16	10	.09	.012	.028	**.0016**	.1513	**.0000**
2	.28	.04	.09	.003	.014	**.0000**	.3100	**.0002**
4	.17	.21	.02	.000	.007	.5244	.7995	.6700
7	.21	.09	.03	.003	.003	**.0374**	.1014	.7270
8	.22	.12	.06	.005	.015	.8770	**.0486**	**.0473**
10	.19	.18	.04	.004	.012	.1362	.2552	**.0039**
29	.27	.15	.06	.006	.008	**.0000**	**.0025**	.2134
32	.14	.13	.02	.002	.013	.7751	.1636	.0753
	Effekgrootte ω ≈ 0.3; dui moontlik itemsydigheid aan			**Effekgrootte η^2 > 0.06; dui moontlik itemsydigheid aan**		**p < 0.05; dui itemsydigheid aan**		

Vetgedrukte waardes dui op sydigheid of moontlike sydigheid.

Uit Tabel 4.26 blyk dit dat:

(1) in die tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies geen verskille ten opsigte van **graad of geslag of taal** voorkom nie.

(2) Die ANOVA se η^2 daarop dui dat daar geen itemgroepsydigheid ten opsigte van óf taal óf die interaksie van vlak met taal voorkom nie.

(3) Mantel-Haenszel se p-waardes (soos uit Rasch) toon itemsydigheid ten opsigte van **taal** by items 1, 2, 7, 8, 10 en 29. Hierdie items is deeglik bestudeer, bewoording is heroorweeg en die volgende is besluit:

- Items 1, 8, 10, 29 bly onveranderd en items 2 en 7 word soos volg verander:
    - Item 2 verander vanaf ***Ek verduidelik somme vir my maats*** na ***Ek wys vir my maats hoe om somme te doen.***
    - Item 7 verander vanaf ***Ek doen somme as ek vir 'n toets leer*** na ***Ek doen somme om vir Wiskunde te leer.***

Tabel 4.27 **SOW(P) se Faktor 3 (*Studiegewoontes in Wiskunde*) se itemsydigheid per taal, geslag en graad verkry uit (i) tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies effekgroottes, (ii) ANOVA ten opsigte van taal en interaksie van vlak met taal, en (iii) Mantel-Haenszel p-waardes (soos uit Rasch)**

	Twee-rigtingtabelle effekgrootte ω			ANOVA (taal) effekgrootte η^2		Mantel-Haenszel p-waardes		
Item-nommer	graad	Geslag	Taal	Groepsydigheid ten opsigte van taal	Groepsydigheid ten opsigte van die interaksie van taal en vlak	Afrikaans en Tswana	Afrikaans en Engels	Tswana en Engels
13	.23	.02	.09	.008	.032	**.0019**	.6772	**.0001**
14	.16	.15	.05	.001	.007	**.0257**	.8776	.0546
15	.17	.06	.12	.000	.003	**.0000**	**.0410**	.0716
20	.14	.08	.02	.000	.006	.7571	.7078	.3418
21	.22	.04	.03	.003	.011	.8908	.9125	.3795
23	.19	.01	.17	.006	.007	**.0000**	.0001	**.0000**
25	.22	.04	.12	.014	.022	**.0000**	.2137	**.0003**
35	.15	.17	.06	.000	.005	**.0001**	.0892	**.0109**
37	**.30***	.06	.07	.001	.013	.1107	.4881	.0467
38	.22	.08	.08	.018	.018	**.0006**	**.0028**	.1889
41	.27	.04	.07	.001	.014	**.0405**	.2030	.4849
	Effekgrootte ω ≈ 0.3; dui moontlik itemsydigheid aan			**Effekgrootte η^2 > 0.06; dui moontlik itemsydigheid aan**		**p < 0.05; dui itemsydigheid aan**		

Vetgedrukte waardes dui op sydigheid of moontlike sydigheid.

Uit Tabel 4.27 blyk dit dat

(1) in die tweerigtingtabelle met geweegde-frekwensies:

(a) 'n mediumgrootte effek (sigbare verskil) ten opsigte van **graad** (graad 4 tot 7) by item 37 voorkom. Item 37 se bewoording is deeglik heroorweeg en die besluit is geneem om dit onveranderd te laat; en

(b) geen verskille ten opsigte van **geslag of taal** by SOW(P) *Studiegewoontes in Wiskunde*-items voorkom nie.

(2) Die ANOVA se η^2 dui daarop dat geen itemgroepsydigheid toon ten opsigte van óf **taal** óf va die **interaksie van taal met vlak** nie.

(3) Mantel-Haenszel p-waardes (soos uit Rasch) toon itemsydigheid ten opsigte van **taal** by items 13, 14, 15, 23, 25, 35, 38 en 41. Hierdie items is deeglik bestudeer, bewoording is heroorweeg en die volgende is besluit:

- Items 13, 25, 35 en 38 word onveranderd gelaat en daar word aanvaar dat sekere taalgroepe byvoorbeeld ***Dit gaan goed by my huis*** (item 25) anders mag verstaan/interpreteer as ander. (kyk 2.7 vir 'n breedvoerige bespreking van kultuurverwante aspekte van meting)

- Item 14 verander van ***Ek vra my onderwyser om my te help om somme te verstaan*** na ***Ek vra my onderwyser om my met somme te help.***

- Item 15 verander van ***As ons in groepe werk, doen ek ook self die som*** na ***Ek doen self die som, as ons in groepe werk.***

- Item 23 word verander van ***Ek wil weet hoekom my somme verkeerd is*** na ***Ek wil verkeerde somme reg kan doen.***

- Item 41 verander van ***Ek kan goed hoor;*** na ***Ek kan goed hoor in die Wiskunde-klas.***

4.4.8 Sydigheid van faktoranalises ten opsigte van taal

Die gebruik van verkennende meervlakkige faktoranalise is 'n algemene praktyk in kruiskulturele navorsing. Faktorstrukture wat uit verskillende populasies verkry is, word vergelyk nadat teiken-rotasies van beladings uitgevoer is. Die ooreenstemming word geëvalueer deur 'n faktorkongruensie-koëffisiënt, gewoonlik Tucker se φ (Chan *et al.*, 1999;

Van de Vijver & Leung, 1997). 'n Goeie ooreenstemming word gewoonlik uitgedruk as Tucker se φ met waardes hoër as 0.90 wat 'n aanduiding van faktoriale ekwivalensie is (Van de Vijver & Poortinga, 1994). Dit is belangrik om ontoepaslike items op te spoor en aan te pas of weg te laat.

4.4.8.1 Tucker φ-koëffisiënte vir die drie faktore van die SOW(P)

Tucker se φ-koëffisiënte is met die pakkies (soos gedefinieer in 4.3.5.1 Tabel 4.16) as elemente vir elk van die drie faktore/faktore van die SOW(P), bereken.

Tabel 4.28 Tucker se φ-koëffisiënte vir die drie faktore van die SOW(P)

Taal	SOW(P) Faktor 1 (20 items)	SOW(P) Faktor 1 (items 11 en 27 weggelaat; 18 items)	SOW(P) Faktor 1 (items 9, 11 27 weggelaat; 17 items)	SOW(P) Faktor 2	SOW(P) Faktor 3
Tswana	.32	.76	**.81**	**.89**	**.76**
Engels	.78	.72	**.83**	**.74**	**.93**
Afrikaans – (dien as verwysing)	1.0	1.0	**1.0**	**1.0**	**1.0**

'n φ-koëffisiënt van 0.32 vir Tswanasprekende leerders is aanvanklik verkry met al die oorspronklike items van Faktor 1. Hierdie lae φ-koëffisiënt het my en my studieleiers laat besluit om enkele van die items uit Faktor 1 weg te laat. Eers is net items 11 en 27 weggelaat, en daarna is items 9, 11 en 27 weggelaat. Uit Tabel 4. 28 blyk dit dat Faktor 1 (*Wiskunde-angs*) φ-koëffisiënte van 0.81 vir Tswana- en 0.83 vir Engelssprekende leerders terwyl die waardes vir Afrikaanssprekende leerders 1.0 is; Faktor 2 *(Studiehouding jeens Wiskunde)* lewer φ-koëffisiënte van 0.89 vir Tswana- en 0.74 vir Engelssprekende leerders ten opsigte van Afrikaanssprekende-leerders (1.0); terwyl Faktor 3 (*Studiegewoontes in Wiskunde)* φ-koëffisiënte van 0.76 vir Tswana- en 0.93 vir Engelssprekende leerders ten opsigte van Afrikaanssprekende leerders (1.0) lewer. Hoewel hierdie waardes nie almal bo 0.90 is nie, is besluit dat dit vir die doel van hierdie studie aanvaarbaar is. Die bewoording van hierdie vrae is verander (verbeter) en dit kan dalk beter wees met 'n opvolgstudie.

Aangesien besluit is om items weg te laat, was dit nodig om weer die faktoranalise op saamgestelde pakkies (kyk 4.3.8.1; Tabel 4.28) uit te voer, sodat bepaal kan word of veranderings aan die faktorstruktuur voorkom.

4.4.8.2 Verkennende faktoranalise

Drie faktore se eiewaardes is groter as een (Kaiser se kriterium) (Field, 2005) en die totale variansie wat daardeur verklaar word is 41.8%. Hierdie persentasie variansie wat verklaar is, is minder as 50%, wat moontlik daaruit spruit dat met laerskoolleerders gewerk is en dat daar itemsydigheid of onduidelike bewoording by sommige items voorkom.

Tabel 4.29 Patroonmatriks van die faktoranalise op saamgestelde pakkies en items se kommunaliteite

Pakkies	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	*Kommunaliteite soos uit aanvanklike hoofkomponent-faktoranalise bereken is
1.1	**.749**			.577
1.4	**.713**			.477
1.3	**.698**			.463
1.2	**.693**			.447
1.8 sonder item 9	**.625**			.437
1.7	**.549**			.324
2.4	**-.468**			.353
2.9		**.766**		.565
2.6		**.676**		.425
2.5		**.668**		.507
1.5		**.402**		.203
2.8			**.764**	.520
2.7			**.581**	.439
2.1			**.526**	.333
2.3			**.494**	.380
2.2			**.361**	.239

Onttrekkingsmetode: hoofkomponentanalise; rotasie: *Promax* met Kaiser-normalisering.

Tabel 4.29 bring aan die lig dat dieselfde drie faktor/faktore[34] as tevore behou word, ten spyte van die weglating van drie items en daardeur bevestig dit die faktorstruktuur van die onderliggende eienskappe van die SOW(P) (kyk 4.3.5.2; Tabel 4.18).

[34] Kyk 4.4.4.3, Tabel 4.17 en Tabel 4.18.

4.4.8.3 Korrelasies tussen faktore

Vervolgens word die korrelasiematriks weergegee. Steyn (2005) gee as riglyn dat korrelasies van 0.3 kan dui op sigbare en 0.5 op praktiese betekenisvolle verbande.

Tabel 4.30 Korrelasies tussen faktore

Faktor	Faktor 1 *Wiskunde-angs*	Faktor 2 *Studiehouding jeens Wiskunde*	Faktor 3 *Studie-gewoontes in Wiskunde*
1 *Wiskunde-angs*	1.000		
2 *Studiehouding jeens Wiskunde*	**-.298**	1.000	
3 *Studiegewoontes in Wiskunde*	-.170	**.346**	1.000

Inspeksie van Tabel 4.30[35] bring aan die lig dat Faktor 1 (*Wiskunde-angs*) 'n sigbare verband met Faktor 2 (Studiehouding in Wiskunde) toon, asook dat Faktor 3 (*Studiegewoontes in Wiskunde*) 'n sigbare verband met Faktor 2 (*Studiehouding jeens Wiskunde*) toon, wat daarop dui dat leerders met minder angs 'n beter studiehouding in Wiskunde het en omgekeerd, naamlik dat leerders met goeie studiegewoontes sigbaar beter studiehouding jeens Wiskunde toon.

4.4.8.4 Resultate van die betroubaarhede van die faktore van die SOW(P)

Betroubaarheid van die drie faktore, sonder items 9, 11 en 27, word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.31 Resultate van die betroubaarhede van faktore (Cronbach α-waardes)

	Faktor 1 *Wiskunde-angs*	Faktor 2 *Studiehouding jeens Wiskunde*	Faktor 3 *Studiegewoontes in Wiskunde*
Cronbach-α	**.80**	**.63**	**.56**

Uit inspeksie van Tabel 4.31 blyk dit dat die α-waardes tussen 0.56 en 0.80 varieer en kan as aanvaarbaar beskou word vir die doel waarvoor dit in die onderhawige studie gebruik word. Die betroubaarheid van *Studiehouding jeens Wiskunde* en *Studiegewoontes in Wiskunde* is

35

laer as die 0.7 wat deur Nunnally & Bernstein, (1994) voorgestel word. Dit kan moontlik toegeskryf word daaraan dat die bewoording van sommige items onduidelik was of moontlik omdat graad 4 en 5-leerders nog baie jonk is aangesien hulle ses tot agtien maande gelede nog in die grondslagfase was.

Vervolgens word die korrelasie van individuele items met die totaaltellings wat as diskriminasiewaardes beskou kan word, weergegee.

Tabel 4.32 Resultate van Cronbach α-waardes vir individuele items van Faktor 1 (*Wiskunde-angs*)

Item weggelaat	Korrelasie met die totaal	α
3	.31	.79
5	.33	.79
6	.39	.79
12	.38	.79
16+	.30	.79
17	.37	.79
18	.43	.78
19	.45	.78
22	.48	.78
26	.40	.79
28	.31	.79
30	.50	.78
31+	.18	.80
33+	.29	.79
34	.49	.78
36	.44	.78
39	.49	.78

+Hierdie items is omgekeer om sodoende op dieselfde skaal te meet as die ander items in die faktor.

Tabel 4.32 bring aan die lig dat items 31 en 33 se korrelasie met die totaal minder as 0.3 is (Steyn, 2005), maar dat die res van die items goed diskrimineer. Item 31 se bewoording is verander weens itemsydigheid (kyk Tabel 4.22). Hierdie lae korrelasie bevestig dat die item nie duidelik was nie en die verandering nodig is. Item 33 bly onveranderd, aangesien dit duidelik genoeg gestel is en die korrelasie ongeveer 0.3 is. Betroubaarheid, as individuele

items weggelaat word, varieer van 0.78 tot 0.80 en dit dui daarop dat alle items tot die konstruk bydra. Die betroubaarheid van die faktor in geheel is 0.80 (Tabel 4.31).

Tabel 4.33 Resultate van Cronbach α-waardes vir individuele items van Faktor 2 (*Studiehouding jeens Wiskunde*)

Item weggelaat	Korrelasie met die totaal	α
1	.40	.58
2	**.20**	.63
4	.44	.56
7	**.17**	.65
8	**.18**	.63
10	.42	.57
29	.45	.56
32	.40	.57

Tabel 4.33 bring aan die lig dat items 2, 7 en 8 se totale korrelasie met die totaaltelling minder as 0.3 is (Steyn, 2005) is. Items 2 en 7 is al verander aangesien itemsydigheid aangetoon is en daar vermoed is dat dit moontlik onduidelik kan wees (Tabel 4.26). Item 8 is deeglik heroorweeg en daar is besluit om dit onveranderd te laat. Al die betroubaarhede wat bereken is as individuele items weggelaat is, varieer van 0.58 tot 0.63 wat daarop dui dat alle items 'n bydrae tot die konstruk lewer. Die betroubaarheid (Cronbach α) van Faktor 2 in die geheel is 0.63 (Tabel 4.31).

Tabel 4.34 Resultate van Cronbach α-waardes vir individuele items van Faktor 3 (*Studiegewoontes in Wiskunde*)

Item weggelaat	Korrelasie met die totaal	α
13	.29	.53
14	**.17**	.56
15	**.14**	.57
20	.26	.53
21	.27	.53
23	**.15**	.56
25	.31	.52
35	**.23**	.54
37	.28	.53
38	.30	.53
41	.32	.52

Tabel 4.34 bring aan die lig dat items 14, 15, 23 en 35 se korrelasie met die totaaltelling kleiner as 0.3 (Steyn, 2005) is, terwyl die ander items redelik diskrimineer. Items 14, 15 en 23 is verander (Tabel 4.27) aangesien itemsydigheid aangetoon is en vermoed is dat dit onduidelik gestel is. Item 35 is ná deeglike oorweging onveranderd gelaat. Die betroubaarheid as individuele items weggelaat word, varieer van 0.52 tot 0.57 en dui daarop dat items, behalwe moontlik item 15, tot die konstruk bydra. Die betroubaarheid (Cronbach α) van Faktor 3 in die geheel, is 0.56 (Tabel 4.31).

'n Verdere statistiese tegniek om die betroubaarheid te ondersoek, is Pearson se individuele en gemiddelde interitem-korrelasiekoëffisiënte, wat volgens Clark en Watson (1995) tussen 0.15 en 0.55 behoort te varieer. Hierdie individuele interitem-korrelasies dui aan in watter mate die individuele items dieselfde konstruk meet.

Die individuele interitem-korrelasiekoëffisiënte van die SOW(P) se individuele items in die drie faktore wissel in die orde van:

- 0.004 (minimum) tot 0.42 (maksimum) vir Faktor 1 (*Wiskunde-angs*);
- 0.06 (minimum) tot 0.43 (maksimum) vir Faktor 2 (*Studiehouding jeens Wiskunde*); en
- 0.04 (minimum) tot 0.38 (maksimum) vir Faktor 3 (*Studiegewoontes in Wiskunde*).

Hoewel daar enkele items is waarvan die korrelasies laer as 0.15 is, wissel die oorgrote meerderheid items se individuele interitem-korrelasies in die orde van 0.15 tot 0.55 (Clark & Watson, 1995), wat daarop dui dat die items dieselfde konstruk meet.

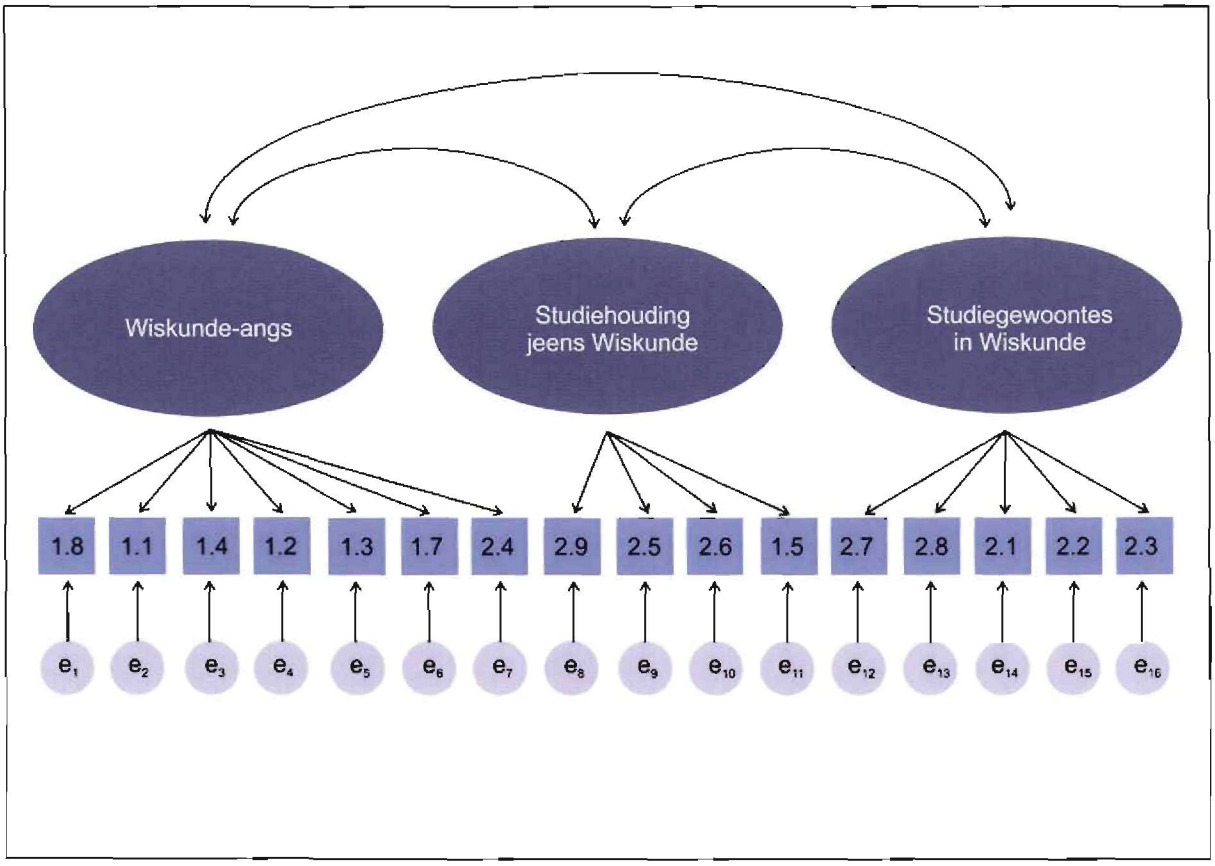
Die gemiddelde interitem-korrelasiekoëffisiënte dui aan in water mate die faktor (subskaal) in die geheel dieselfde konstruk meet. Volgens Clark en Watson (1995) behoort die Pearson interitem-korrelasiewaardes van die faktor (of sub-skaal) tussen 0.15 en 0.55 te varieer. Die gemiddelde inter-item korrelasie-waarde vir Faktor 1 (*Wiskunde-angs*) is 0.19, vir Faktor 2 (*Studiehouding jeens Wiskunde*) is 0.19 en vir Faktor 3 (*Studiegewoontes in Wiskunde)* is 0.11. Faktore 1 en 2 van die SOW(P) se betroubaarheid word bevestig deur die gemiddelde interitem-korrelasie. Faktor 3 se gemiddelde interitem-korrelasie sowel as Cronbach α is laer as wat wenslik is, maar omdat die faktor afdoende oor teoretiese begronding beskik en aangesien die bewoording van 'n hele paar items verander is, word die ietwat lae betroubaarheid nie werklik in die onderhawige geval as 'n wesenlike probleem beskou nie. In 'n opvolgstudie waar die hersiene vraelyste ingeskakel word sal die faktor moontlik beter interitem korrelasie lewer.

4.4.9 Strukturele vergelykingsmodelle

4.4.9.1 Bevestigende faktoranalise

Die konstrukgeldigheid van die veronderstelde faktorstruktuur van die SOW(P) is ook ondersoek deur strukturele vergelykingsmodelle (*structural equation modelling*, *SEM*).

Die eerste stap in die bevestigende faktoranalise is om die model te spesifiseer. Kyk Figuur 4.5. Hierdie model veronderstel dat sewe pakkies aanwysers van *Wiskunde-angs* is, soos gespesifiseer in Tabel 4.18, vier pakkies aanwysers van *Studiehouding jeens Wiskunde* en vyf pakkies aanwysers van *Studiegewoontes in Wiskunde* is.



Figuur 4.5 Bevestigende faktoranalise-model vir die faktore van die SOW(P)

Alle parameters wat deur die model beraam is, is statisties betekenisvol en gestandaardiseerde residue was baie klein (sien Tabel 4.36). Die resultate van die passingmaatstawwe op bogenoemde model (Figuur 4.5) word in Tabel 4.35 weergegee.

Tabel 4.35 Passingmaatstawwe vir die pakkiesmodel

Passingsmaatstawwe	Pakkies-model
ML / Chi-kwadraat of χ^2	**258.54**
Grade van vryheid	**101.000**
p-vlak	**0.000**
RMS-gestandaardiseerde residu (SRMS)	**0.043**
Steiger-Lind RMSEA-Indeks	**0.039**
McDonald Non-centrality Indeks	0.927
Jöreskog GFI	**0.970**
Jöreskog AGFI	**0.960**
Bentler-Bonett Normed Fit Index NFI	0.903
Bentler-Bonett Non-Normed Fit Index NNFI	0.927
Bentler vergelykende passingindeks CFI	**0.938**

Tabel 4.35 toon die volgende aan rakende die passing van die model op die data :

- Chi-kwadraat: $\chi^2(101) = 257.540$; $p < 0.000$. Die p-waarde dui daarop dat die model nie pas nie, maar dit is bekend dat die χ^2 toets-statistiek altyd klein p-waardes lewer vir groot datastelle (Hair *et al.*, 1998). Volgens Jöreskog (1971) is dit onwaarskynlik dat die model die data perfek sal pas en dat eerder vasgestel moet word of 'n bevredigende passing gekry word;

- Die GFI se waarde is 0.970 en die AGFI se waarde is 0.960. Volgens De Bruin (2004) dui GFI- en AGFI-waardes groter as 0.90 bevredigende passing van die model op die data aan;

- CFI vergelyk die passing van die model met 'n basislynmodel. Hu en Bentler (1999) se riglyn is dat CFI-waardes groter of gelyk aan 0.95 'n bevredigende passing aandui. Die CFI-waarde in hierdie studie is 0.938, wat op 'n bevredigende passing dui;

- RMSEA druk die beraamde fout uit in terme van grade van vryheid en Browne en Cudeck (1993) se riglyne vir die interpretasie van die RWSEA is dat 'n RMSEA-waarde van 0.08 of minder 'n redelike beraamde fout aandui. In hierdie studie is 'n RMSEA-waarde van 0.039 bevind (Frijda & Johada, 1966; Smith 1988) wat 'n redelike beraamde fout aandui; en

- SRMS reflekteer op die gemiddelde grootte van die gestandaardiseerde residu in die diskrepansie/afwykingsmatriks. Hu en Bentler (1999) gee 'n riglyn van 'n SRMS-waarde kleiner as 0.08 om 'n redelike passing van die model op die data aan te dui. Die SRMS-waarde in hierdie studie is 0.043, wat 'n redelike passing aandui.

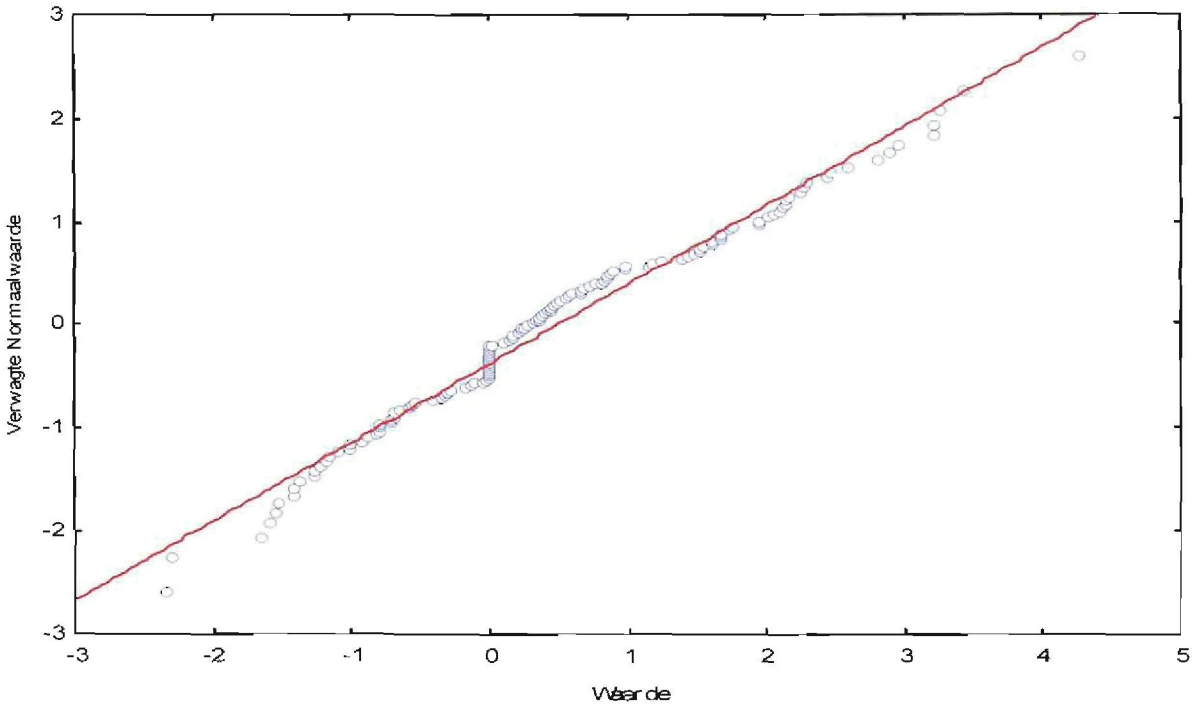
Tabel 4.36 Gestandaardiseerde residu-matriks na maksimum waarskynlikheid bevestigende faktoranalise en onttrekking van drie faktore

	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
1.1	.00															
1.2	-.02	.00														
1.3	-.02	-.009	.00													
1.4	.05	.03	.02	.00												
1.5	.06	.07	.04	.08	.00											
1.7	.01	-.005	-.004	-.03	.05	.00										
1.8	.01	-.009	.01	-.02	.07	.02	.00									
2.1	.09	.02	.02	.07	.07	.02	.007	.00								
2.2	.05	.07	.07	.08	.03	.04	.07	.01	.00							
2.3	.03	-.07	-.05	.009	-.02	.01	-.04	-.05	-.02.	.00						
2.4	.005	-.01	.006	.05	-.03	.02	.005	.01	.007	.10	.00					
2.5	-.04	.008	-.02	-.04	.005	-.04	.01	.05	.06	-.01	.09	.00				
2.6	-.02	.02	.04	.02	.01	-.03	.02	.06	.05	-.01	.05	-.03	.00			
2.7	.04	-.07	-.04	-.001	.01	-.04	-.02	.02	-.03	.004	.11	-.02	-.05	.00		
2.8	.10	.10	.08	.03	.07	.06	.05	.05	.13	.00	-.03	-.04	.03	.03	.00	
2.9	.007	.05	.02	.03	-.004	-.02	.06	-.03	.05	.02	.09	-.001	.03	-.04	-.05	.00

Inspeksie van Tabel 4.36 bring aan die lig dat die residu oor die algemeen klein is.

Gestandaardiseerde residu in Tabel 4.36 varieer tussen 0.001 en 0.1 en dit dui op 'n bevredigende passing van die model.

Vervolgens word die residu se verspreiding diagrammaties voorgestel.



Figuur 4. 6 Normaalwaarskynlikheidstip van genormaliseerde residu

Uit die stip in Figuur 4.6 is dit duidelik dat die normaalwaarskynlikheidstip naby aan 'n reguit lyn lê, wat ook op 'n bevredigende passing met normaalverdelingsfoute dui.

In die geheel dui die bevestigende faktoranalise op 'n goeie passing van die pakkies-model op die data.

4.5 Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr).

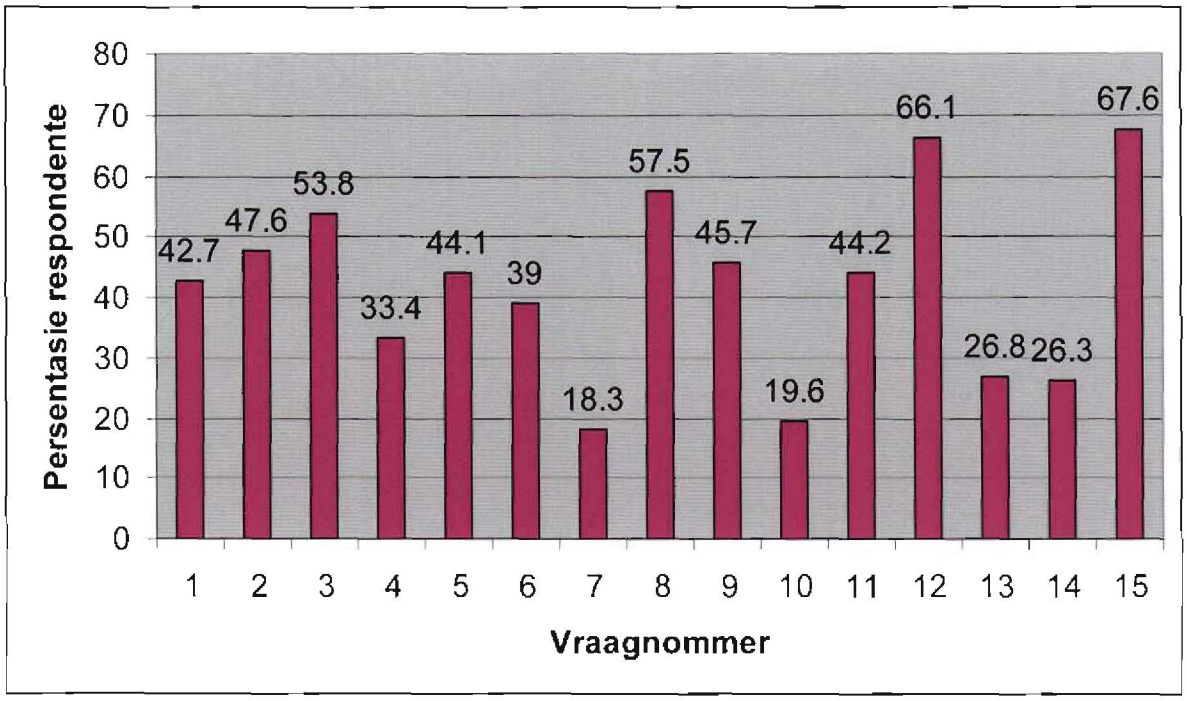
4.5.1 Beskrywende statistiek van die resultate van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)

4.5.1.1 Persentasie respondente wat items in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) (BW(P)) korrek beantwoord het

Die BW(P) is 'n instrument wat kognitiewe vaardighede evalueer, wat uit 15 items bestaan en wat basiese Wiskunde-kennis (-vaardighede) meet. Die items is ontwerp in ooreenstemming met die leeruitkomste vir die leerarea Wiskunde soos beskryf in die Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van Onderwys, 2002) (Kyk 3.3.3.2).

Elke item se uitkoms is óf korrek (1) óf verkeerd (0). Items wat uitgelaat is, is as verkeerde antwoorde gereken. Items waarvan die antwoord geraai is, verlaag die betroubaarheid van 'n kognitiewe meetinstrument.

Die persentasie respondente (n = 1103) wat die onderskeie items in die BW(P) korrek beantwoord het, word vervolgens deur 'n staafgrafiek voorgestel.



Figuur 4.7 Persentasie respondente wat elke item in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) korrek beantwoord het

Dit blyk uit Figuur 4.7 dat vier items deur 50% of meer respondente korrek beantwoord is (items 3, 8, 12 en 15), terwyl items 7 en 10 deur minder as 20% respondente korrek beantwoord is. Die ander nege vrae is deur tussen 20% tot 50% respondente korrek beantwoord.

Die items (7, 10, 13 en 14) wat deur minder as 30% respondente korrek beantwoord is, sluit in breuke-optelling; 'n getalpatroon; afstand en tyd; en vierkant, omtrek en sy-lengte. Swak prestasie in sekere items kan moontlik daarop dui dat respondente nie dié basiese Wiskunde-konsepte in 'n bevredigende mate bemeester het nie. Verder kon die BW(P) se formaat, naamlik meervoudige-keusevrae, potensieel vir leerders onbekend of verwarrend gewees het, of daar was iets verkeerd met die vrae.

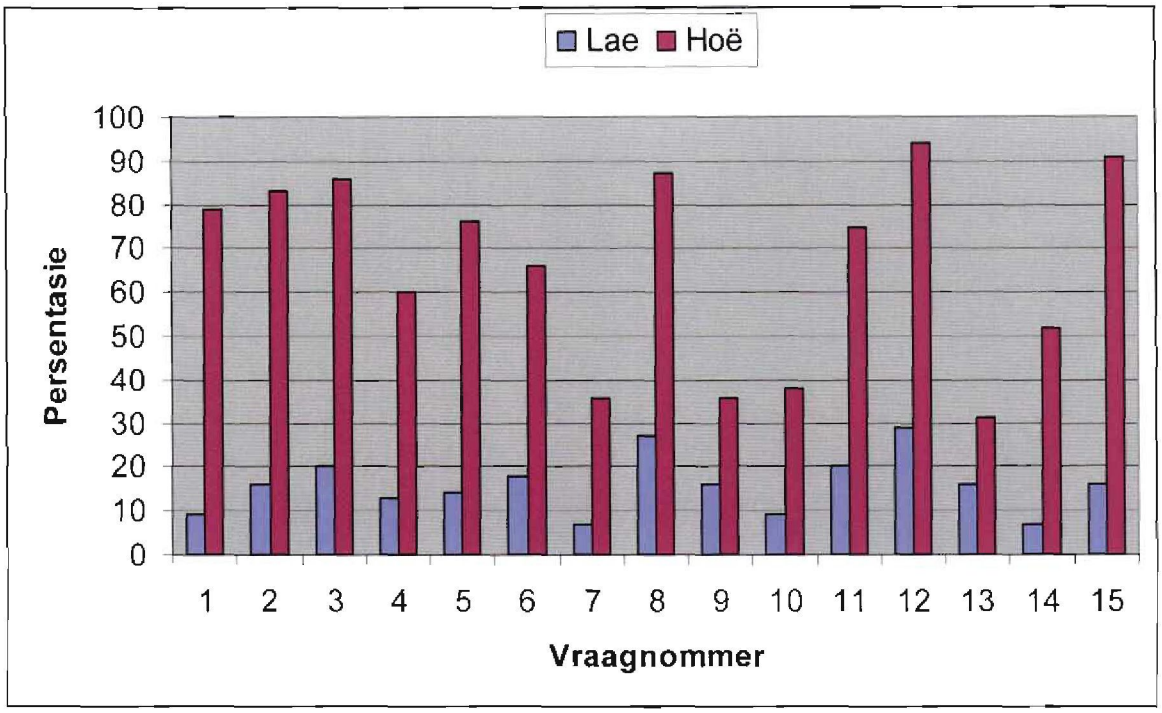
4.5.1.2 Skeefheid by die BW(P)

Hoewel nie verwag is dat response van leerders in elke item 'n perfekte normaalverspreiding sou lewer nie, is dieselfde keuse van afleier (by die meervoudige-keuseantwoorde, a tot e) by nie een van die 15 items in die **Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)** deur 95% of meer respondente gemaak nie (Frijda & Johada, 1966; Smith 1988). Uit 'n ondersoek van die data na die persentasie respondente wat elke afleier by elke item gekies het, blyk dit dat die persentasie respondente wat elke afleier gekies het tussen 5.3% en 67.6% varieer, wat ook beteken dat die afleiers 'n redelike mate van verteenwoordiging by respondente ontlok het.

4.5.1.3 Diskriminasiewaardes van items in BW(P)

'n Diskriminasiewaarde dui die mate aan waarin 'n item tussen hoë- en lae presteerders diskrimineer. Om die diskriminasiewaarde te bereken, word die respondente op grond van hul prestasie in die BW(P) in 'n hoë en lae groep ingedeel, wat onderskeidelik die top 27% en die laagste 27% van respondente is. Die diskriminasiewaarde is bereken as die verskil tussen die proporsie in hoë en lae groep presteerders wat die betrokke vraag korrek beantwoord het. In hierdie studie is 'n aanvaarbare diskriminasiewaarde as 0.35 (Bachman, 2004) of groter gestel.

In die volgende diagram word die persentasie respondente uit die lae en hoë prestasiegroepe voorgestel. Diskriminasiewaardes van individuele items word in Tabel 4.37 weergegee.



Figuur 4.8 **Persentasie respondente in hoë en lae groep presteerders in BW(P) wat vrae korrek beantwoord het**

Figuur 4.8 bring aan die lig dat respondente in die hoë prestasiegroep telkens beter as respondente in die lae prestasiegroep in die **BW(P)** presteer het. Items 7, 9, 10, 13 en 14 is dié wat lae diskriminasiewaardes het en waar min leerders in die hoë prestasiegroep dit kon regkry. Elkeen van hierdie items is deeglik bestudeer in samewerking met die studieleiers en die volgende besluite is geneem:

- Item 7 lees: ***Bereken*** $\frac{1}{2}+\frac{3}{8}$. Ná deeglike oorweging is besluit om hierdie breuke-optelling te vereenvoudig na ***Bereken*** $\frac{1}{2}+\frac{1}{4}$. Die rede hiervoor is dat $\frac{3}{8}$ potensieel te moeilik of nog onbekend vir leerders mag wees, ook aangesien die teller 3 is, terwyl $\frac{1}{4}$ potensieel meer bekend is – veral in die alledaagse lewe – en die teller daarvan een en die som kleiner as een is. Die afleiers is aangepas om by die veranderde getalwaardes in die item te pas.

- Item 9 lees: **Skryf 64 uit 100 as 'n persentasie** en word, ná deeglike oorweging, verander na: **Skryf** $\frac{64}{100}$ **as 'n persentasie**. 'n Rede vir die verandering is dat die vorm **64 uit 100** moontlik onbekend kan wees en daarom onduidelik vir leerders kan kies Leerders is moontlik meer bekend met $\frac{64}{100}$. Die afleiers is onveranderd gelaat, aangesien die vraag nie verander het nie.

- Item 10 lees: ***Wat is die volgende getal in die ry 1, 5, 2, 6, 3, 7, 4, 8, ...?*** Ná deeglike oorweging is besluit dat hierdie ry, wat eintlik twee afsonderlike rye in een is, potensieel te moeilik en/of totaal onbekend by die leerders is en om hierdie rede is dit vervang deur 'n enkelvoudige ry, naamlik: ***Wat is die volgende getal in die ry 1, 5, 9, 13, 17, ...?*** Aangesien die nuwe ry verskil van die aanvanklike ry, is die afleiers ooreenkomstig die nuwe getalry verander.

- By item 13[36] se data blyk dit dat bykans 27% respondente afleier c, en 44% afleier d, die korrekte afleier, gekies het, wat op moontlike verwarring kan dui. Die afleier **c** is **21 ure,** wat potensieel verwarrend kon wees aangesien die korrekte antwoord **21 km** (afleier d) was. Afleier **c** word verander na **17 ure** sodat daar geen verwarring kan wees nie.

- Item 14 lees: **Wat is die lengte van een sy van 'n vierkant as die omtrek 20 cm is?** Die inhoud van hierdie item is volgens leeruitkoms 4 vir die leerarea Wiskunde, NKV (DoE, 2002) se assesseringstandaarde ingesluit by graad 4. Leerders het veral die sy-lengte gemeet met hul liniale. In hierdie studie is dit moontlik dat die graad 4-leerders nog nie bekend is met 'omtrek' nie, aangesien graad 4-Wiskunde nog nie afgehandel is nie. Die bewoording mag ook onduidelik gewees het vir die leerders en daarom is die bewoording verander: **Bereken (nie meet nie) die lengte van een sy van 'n vierkant as die omtrek 20 cm is.**

Vervolgens word die persentasie respondente wat vrae korrek beantwoord het, persentasie ontbrekende data en waargenome diskriminasiewaardes vir elke item vir die BW(P) in tabelvorm weergegee.

[36] Kyk 4.4.2.2; Tabelle 4.35, 4.36, 4.40 en 4.41.

Tabel 4.37 Persentasie respondente wat items in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) korrek beantwoord het, persentasie ontbrekende data en diskriminasiewaardes vir elke item

BW(P) Vraag-nommer	Persentasie korrek	Persentasie ontbrekende data	Diskriminasiewaarde
1	42.7	3.0	.70
2	47.6	3.2	.67
3	53.8	4.8	.66
4	33.4	5.3	.47
5	44.1	4.2	.62
6	39.0	5.6	.49
7	**18.3**	4.9	**.30**
8	57.5	4.6	.60
9	45.7	5.2	**.20**
10	**19.6**	5.2	**.28**
11	44.2	5.9	.55
12	66.1	5.5	.70
13	**26.8**	**6.1**	**.15**
14	26.3	**6.5**	.45
15	67.6	**11.2**	.69

Inspeksie van Tabel 4.37 bring die volgende aan die lig:

- items 13, 14 en 15 (die laaste drie items van die BW(P)) toon duidelike toename in die persentasie ontbrekende data, wat moontlik die gevolg kan wees dat respondente moeg geraak het of dat sommige respondente baie stadig gewerk het en nie klaar gekry het nie;

- items 7, 10, 13 en 14, wat lae diskriminasiewaardes gelewer het, is ook items wat deur die laagste persentasie respondente korrek beantwoord is en wat moontlik daarop dui dat die vrae onduidelik gestel, of te moeilik was. Items 7, 10, 13 en 14 is van dié items waaraan veranderings aangebring is.

Vervolgens word die faktoranalise van die BW(P) kortliks bespreek.

4.5.2 Faktoranalise van die BW(P)

Die toereikendheid van die steekproefneming is gemeet deur die Kaiser-Meyer-Olkintoets (KMO) wat 0.878 is en wat volgens Field (2005) daarop dui dat die faktorstruktuur relatief kompak is. Dit impliseer dat onderlinge korrelasies tussen items bestaan sodat faktore/groepe sal vorm.

Verkennende faktoranalise is uitgevoer op die response van die 15 items in die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) om die onderliggende faktorstruktuur te bepaal.

4.5.2.1 Besluit oor die aantal faktore wat onttrek moet word

Kaiser se Kriterium (Field, 2005) stel dat die aantal faktore wat onttrek moet word, gelyk moet wees aan die aantal faktore waarvan die eiewaardes groter as 1.0 is en dit het drie faktore uitgewys. Die totale variansie wat daardeur verklaar word, is 40%. Die relatief lae persentasie variansie wat verklaar is, mag (i) 'n uitkoms wees daarvan dat met laerskoolleerders gewerk is, (ii) die graad 4-leerders ten tye van toetsing slegs net ses maande in die intermediêre fase was, en (iii) sommige vrae te moeilik was of (iv) items moontlik onduidelik gestel was.

Data van hierdie instrument is ontleed deur 'n skuinsrotasie (*Oblimin*) uit te voer, aangesien vermoed is dat die faktore met mekaar korreleer (Field, 2005). Vervolgens word die patroonmatriks van die eerste-ordefaktoranalise en items se kommunaliteite, wat uit die aanvanklike ongeroteerde hoofkomponentanalise verkry is, in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.38 **Patroonmatriks van die eerste-orde-faktoranalise en items se kommunaliteite wat uit die aanvanklike ongeroteerde *hoofkomponentanalise* verkry is**

Itemnommer en inhoud van item	**Faktor 1**	**Faktor 2**	**Faktor 3**	***Kommunaliteite** soos uit die aanvanklike ongeroteerde hoofkomponentanalise verkry
12 (temperatuur)	**.673**			.432
5 (breuke optelling)	**.656**			.435
8 (afronding/benadering)	**.609**			.365
15 (histogram)	**.594**			.329
3 (deling en	**.565**			.372
vermenigvuldiging)	**.490**			.369
1 (vermenigvuldiging)	**.487**			.366
2 (aftrekking, desimale	**.464**			**.257**
getalle)	**.385**			**.277**
11 (verander cm na mm)	**.335**			**.215**
9 (persentasie)		**.800**		.579
4 (deling)		**.723**		.516
7 (breuke optelling)		**.467**		.297
6 (onegte breuk)		**.388**		.302
10 (getalpatroon)			**.912**	.822
14 (omtrek, sy lengte, vierkant)				
13 (afstand en tyd)				

Onttrekkingsmetode: hoofkomponentanalise; rotasie: *Oblimin* met Kaiser-normalisering

Uit Tabel 4.38 blyk dit dat veral item 4 se kommunaliteit (0.215) baie laer as 0.3 (Tabacnick & Fidell, 2001) is. Interpreatsie van Tabel 4.38 bring verder aan die lig dat die faktore wat gevorm word, nie teoreties interpreteerbaar is nie. Vier van die items (7, 10, 13, 14) wat voorheen genoem is (kyk Tabel 4.37; Figuur 4.7; Figuur 4.8) kom in faktor 2 en 3 voor. Hierdie twee faktore het moontlik by uitstek op grond van die skeefheid weens die relatiewe moeilikheidsgraad of onduidelikheid van die betrokke items na vore getree.

Tabel 4.39 Faktor-korrelasiematriks

Faktor	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
1	1.00		
2	**.371**	1.00	
3	-.053	-.130	1.00

Tabel 4.39 bring aan die lig dat daar 'n mediumgrootte verband tussen Faktor 1 en Faktor 2 bestaan. Hierdie sigbare verband (tussen faktore 1 en 2), tesame met die gebrek aan interpretasiemoontlikheid van die drie faktore, het as motivering gedien vir die besluit om slegs met 'n totaaltelling vir die toets te werk.

4.5.3 Betroubaarheid van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)

Betroubaarheidsontleding is op die items in die BW(P) uitgevoer en die konsekwentheid van die betroubaarheidskoëffisiënt (Cronbach α) is 0.77, wat volgens Nunnally en Bernstein (1994) *goed* is.

Cronbach α-waardes is ook bereken as individuele items weggelaat is. Korrelasies van elke item met die totaaltelling word ook in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.40 Items wat weggelaat is, korrelasies met totaaltelling en Cronbach α-waardes

Item wat weggelaat is	Korrelasies met die totaaltelling	α-waarde
1	.48	.75
2	.45	.75
3	.44	.75
4	.35	.76
5	.46	.75
6	.35	.76
7	.32	.76
8	.38	.76
9	.40	.76
10	.31	.76
11	.38	.76
12	.44	.75
13	**.03**	.79
14	.40	.76
15	.37	.76

Tabel 4.40 bring aan die lig dat item 13 bykans geen korrelasie met die totaaltelling het nie en dat die ander items relatief goed diskrimineer. Al die betroubaarhede (α-waardes), wanneer individuele items weggelaat word, varieer tussen 0.75 tot 0.79, wat aandui dat hulle dieselfde konstruk meet en dat weglating van 'n item, die α nie merkwaardig verhoog nie.

'n Verdere statistiese tegniek om die betroubaarheid te ondersoek/bevestig, is Pearson se individuele en gemiddelde interitem-korrelasiekoëffisiënte, wat volgens Clark en Watson (1995) tussen 0.15 en 0.55 behoort te varieer. Die individuele interitem-korrelasies dui aan tot watter mate die individuele items dieselfde konstruk meet.

Die individuele interitem-korrelasiekoëffisiënte van die BW(P) se individuele items varieer tussen 0.00007 (minimum) en 0.37 (maksimum) vir BW(P). Behalwe vir item 13, wat by al die laagste inter-itemkorrelasies betrokke is en waarvan die verwarrende afleier verander is, varieer die ander individuele intertem-korrelasies tussen 0.15 tot 0.55 en dit dui daarop dat die items dieselfde konstruk meet.

Die gemiddelde interitem-korrelasie dui aan tot water mate die instrument in die geheel dieselfde konstruk meet. Volgens Clark en Watson (1995) behoort die Pearson interitem-

korrelasiewaardes van die faktor/instrument in die orde van 0.15 tot 0.55 te wissel. Die gemiddelde inter-item-korrelasiewaarde vir die BW(P) is 0.18, wat die instrument se relatiewe betroubaarheid bevestig.

4.5.4 Die itemsydigheid van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)

Uit die literatuur blyk dit dat daar verskeie statistiese prosesse (De Bruin, 2004) is wat uitgevoer kan word om itemsydigheid vas te stel. In hierdie studie word drie van die statistiese prosesse uitgevoer, uitkomste met mekaar vergelyk en besluite op grond daarvan geneem, naamlik (i) Tweerigtingfrekwensietabelle (ii) ANOVA; en (iii) Mantel-Haenszel en Rasch-modelle.

4.5.4.1 Passing van die BW(P) se data in die Rasch-model

Voordat itemsydigheid ondersoek kan word, is dit nodig om te bepaal of die data die model pas. Die statistiek vir die passing van Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)-items word in Tabel 4.41 weergegee.

Tabel 4.41 Gemiddelde kwadraat *infit*- en *outfit*-statistiek vir die passing van die BW(P) se items asook itemkorrelasies

Itemnommer	*INFIT* Itempassing	*OUTFIT* Persoonpassing	Itemkorrelasie
13	**1.48**	**1.70**	**.03**
10	1.02	1.23	.31
7	1.00	1.14	.32
6	1.04	1.06	.35
4	1.03	1.05	.35
15	.96	1.10	.37
11	1.01	1.01	.38
8	.98	.97	.38
14	.96	.93	.40
9	.97	.99	.40
3	.92	.87	.44
12	.88	.82	.44
5	.93	.92	.45
2	.91	.88	.45
1	.89	.86	.48
Gemiddelde	1.00	1.04	
Standaardafwyking	.14	.21	

Uit die *infit*- en *outfit-waarde* van die BW(P) (volgens Tabel 4.41) blyk dit dat slegs een item se *infit*- en *outfit*-waardes buite die riglynwaardes is, naamlik item 13 (*infit*-waarde = 1.48 en *outfit-waarde* = 1.70). Die hoë waardes mag die gevolg wees van die verwarrende afleier wat verander is. Die gemiddelde *infit*-waarde is 1.00 (SD = 0.14) en die gemiddelde *outfit*-waarde is 1.04 (SD = 0.21), wat op 'n bevredigende passing tussen die data en die model dui.

Item 13 se lae itemkorrelasie stem ooreen met wat in die betroubaarheidsanalise (Tabel 4.40) gevind is. Die variansie in die ander items se itemkorrelasies is redelik klein (dit wissel van 0.31 tot 0.48), wat 'n aanduiding is dat items soortgelyke verwantskappe met die latente eienskap deel.

Die gevolgtrekking is gemaak dat die BW(P) se items in die geheel, met die uitsondering van item 13, op 'n goeie passing dui.

Vervolgens word die sydigheid van die BW(P) se items met behulp van verskeie statistiese tegnieke ondersoek om verdere besluite rakende die BW(P) se items te kan neem.

Tabel 4.42 **Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) se itemsydigheid per taal, geslag en graad verkry uit (i) tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies effekgrootte, (ii) ANOVA ten opsigte van taal en interaksie van vlak met taal, en (iii) Mantel-Haenszel p-waardes (soos uit Rasch)**

	Tweerigtingtabelle effekgrootte ω			ANOVA (Taal) effekgrootte eta-kwadraat of η^2		Mantel-Haenszel p-waardes		
Item-nommer	**graad**	**Geslag**	**Taal**	**Groepsydigheid ten opsigte van taal**	**Groepsydigheid ten opsigte van die interaksie van taal en vlak**	**Afrikaans en Tswana**	**Afrikaans en Engels**	Engels en Tswana
1	.32*	-.03	.20	.001	.011	.5633	.5051	.4769
2	.06	-.01	.22	.004	.020	**.0049**	.1682	.4114
3	.27	-.01	.17	.000	.006	.6937	.6087	.5220
4	.10	.06	.16	.005	.023	.6598	.2789	.9305
5	.07	.03	**.32***	.028	.025	***.0000***	.0814	***.0000***
6	**.48***	.0001	.04	.023	.025	**.0000**	.0728	**.0000**
7	.18	-.05	.07	.015	.038	**.0003**	.1512	**.0001**
8	.16	.009	.13	.003	.028	.4270	**.0357**	.6588
9	**.30***	-.05	.15	.002	.016	.1085	.2764	.6275
10	.07	-.01	.04	.008	.023	**.0002**	**.0002**	**.0136**
11	.05	-.02	.12	.003	.012	.3647	**.0030**	.4941
12	**.31***	-.05	.23	.006	.029	**.0000**	.1977	**.0005**
13	.15	-.01	.08	.002	.014	**.0010**	.7614	**.0066**
14	.16	-.04	.22	.005	.030	.4551	**.0091**	.4869
15	.22	-.008	.17	.003	.011	**.0307**	.2080	**.0012**
	***Effekgrootte $\omega \approx 0.3$; dui op moontlike itemsydigheid**			**Effekgrootte η^2 >0.06; dui op moontlike itemsydigheid**		**p < 0.05; dui op itemsydigheid**		

Inspeksie van Tabel 4.42 bring die volgende aan die lig:

(ii) Dit blyk uit die tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies dat:

(a) mediumgrootte effekte (sigbare verskille) ten opsigte van **graad** (graad 4 tot 7) voorkom by items 1, 6, 9 en 12. Hierdie verskille tussen graadgroepe was te wagte aangesien die graad 4-leerders byvoorbeeld nog net ses maande in die intermediêre fase was en daarom is besluit dat verskillende normtabelle vir die onderskeide grade opgestel sal word;

(b) geen verskille ten opsigte van **geslag** kom by BW(P) items voor nie en daarom is besluit om nie verder na itemsydigheid ten opsigte van geslag te kyk nie. Dit kom ooreen met die verwagting van die navorser en studieleiers;

(c) mediumgrootte effekte (sigbare verskille) ten opsigte van **taal** voorkom by item 5. Item 5 lees: ***Wat moet by 'n $\frac{1}{2}$ getel word om 3 te gee?*** Dit mag moontlik wees dat respondente nie bekend is met die wyse waarop die vraag gestel is nie en daardeur verwar is.

(iii) Die ANOVA se η^2 dui daarop dat geen item groepsydigheid ten opsigte van óf taal óf van die interaksie van taal en vlak toon nie.

(iv) Mantel-Haenszel se p-waardes (soos uit Rasch) toon dat itemsydigheid ten opsigte van taal by al die items, behalwe by items 1 en 9, voorgekom het. Hierdie items is deeglik bestudeer, bewoording en getalwaardes is heroorweeg, verstaanbaarheid is gekontroleer en die volgende besluite is geneem:

- Items 2, 5, 8, 11, 12, 14 en 15 word onveranderd gelaat;

en addisioneel tot die vorige veranderings wat onderaan Figuur 4.6 (4.4.1.3: p.227) bespreek is;

- Item 6 verander van ***Verander*** $1\frac{3}{8}$ ***na 'n onegte breuk*** na ***Verander*** $1\frac{3}{4}$ ***na 'n onegte breuk.*** Hierdie verandering is aangebring omdat kwarte meer bekend is as agtstes in die alledaagse lewe. Toereikende *veranderings* word aan die afleiers van item 6 aangebring (onderaan Figuur 4.8; 4.4.1.3).

4.5.5 Sydigheid van die faktoranalise by die BW(P) ten opsigte van taal met behulp van Tucker se φ-koëffisiënt

Die ooreenstemming van 'n instrument tussen verskillende groepe word geëvalueer deur 'n faktor-kongruensiekoëffisiënt, gewoonlik Tucker se φ (Chan et al., 1999; Van de Vijver & Leung, 1997). 'n Goeie ooreenstemming, wat gewoonlik uitgedruk word as Tucker se φ en wat 'n hoër waarde as 0.90 lewer, dui ekwivalensie aan (Van de Vijver & Poortinga, 1994).

Tucker se φ-koëffisiënte ten opsigte van taal is bereken en word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.43 Tucker se φ-koëffisiënte ten opsigte van taal vir die BW(P)

Taal	Tucker se φ-koëffisiënte vir die BW(P)
Tswana	0.99
Engels	0.99
Afrikaans	0.91

Tabel 4.43 bring aan die lig dat Tucker se φ-koëffisiënte in die orde van 0.91 tot 0.99 is vir die verskillende taalgroepe en volgens Van de Vijver en Poortinga (1994) dui dit op ekwivalensie van die instrument ten opsigte van taalgroepe.

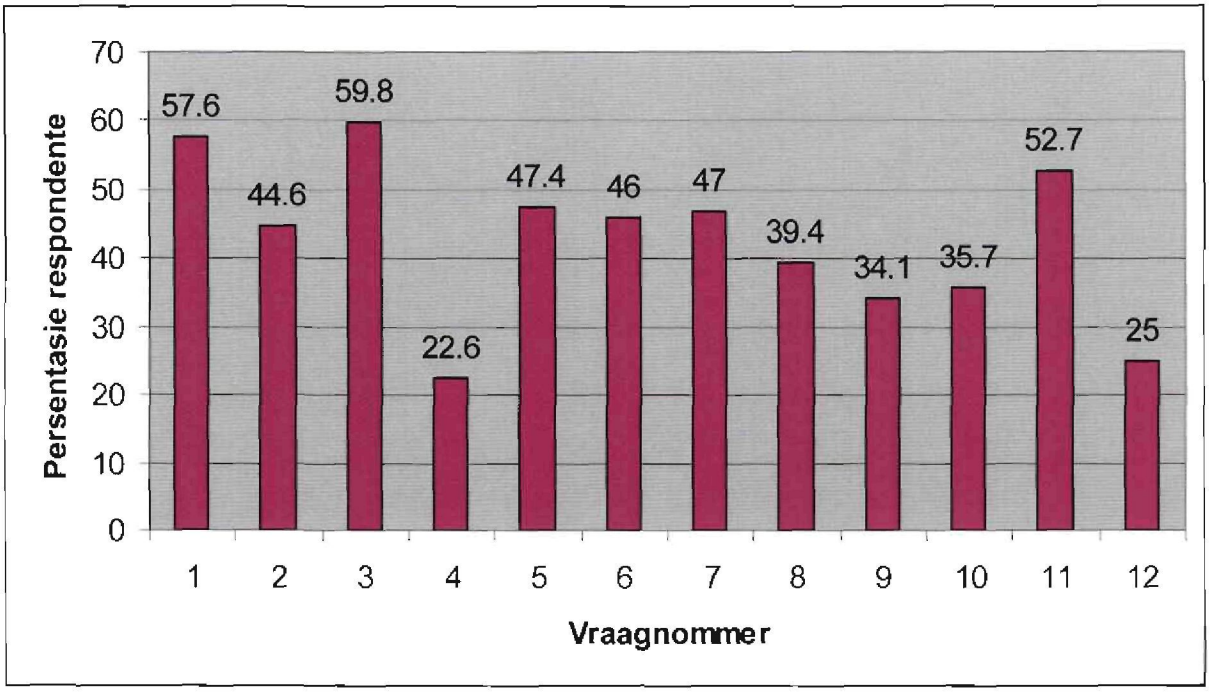
4.6 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P)

4.6.1 Beskrywende statistiek van die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P)

4.6.1.1 Persentasie respondente wat items in die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (WW(P)) korrek geantwoord het

Die WW(P) is 'n instrument wat kognitiewe vaardighede evalueer, uit 12 items bestaan en wiskundige taalvaardigheid (Wiskunde-kennis en Wiskunde-woordeskat) meet. Die items (woordeskat/begrippe) is ontwerp in ooreenstemming met die leeruitkomste vir die leerarea Wiskunde soos beskryf in die Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van Onderwys, 2002). Elke item se uitkoms is óf korrek (1) óf verkeerd (0). Items wat uitgelaat is, is as verkeerde antwoorde gereken.

Die persentasie respondente (n = 1 103) wat die onderskeie items in die WW(P) korrek beantwoord het, word vervolgens as persentasies deur 'n staafgrafiek voorgestel.



Figuur 4.9 Persentasie respondente wat elke item in die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) korrek beantwoord het

Dit blyk uit Figuur 4.9 dat drie items deur 50% of meer respondente korrek beantwoord is (items 1, 3 en 11), terwyl die ander nege items deur minder as 50% (maar meer as 20%) respondente korrek beantwoord is.

Vrae wat die swakste beantwoord is, handel oor deling en kwosiënt (item 4); en liter en inhoud (item 12). Probleme is by items 4 en 12 verwag aangesien respondente tydens die inskakeling van die vraelys gereeld vrae rakende die betekenis van die begrip "kwosiënt" (item 4), sowel as die betekenis van die begrip "liter" (item 12) gehad het. Items 8, 9, en 10 is deur minder as 40% leerders korrek beantwoord en onderwerpe in hierdie items sluit in ekwivalente breuke, benadering (afronding) en simmetriese lyn. Dit is moontlik dat die woordeskat in die WW(P) onbekend is by leerders, dat vraagstelling te moeilik is of dat die vraag onduidelik of verwarrend gestel is. Verder is dit moontlik dat die meervoudige-keusevrae vir sommige leerders onbekend is en dat leerders daarmee gesukkel het.

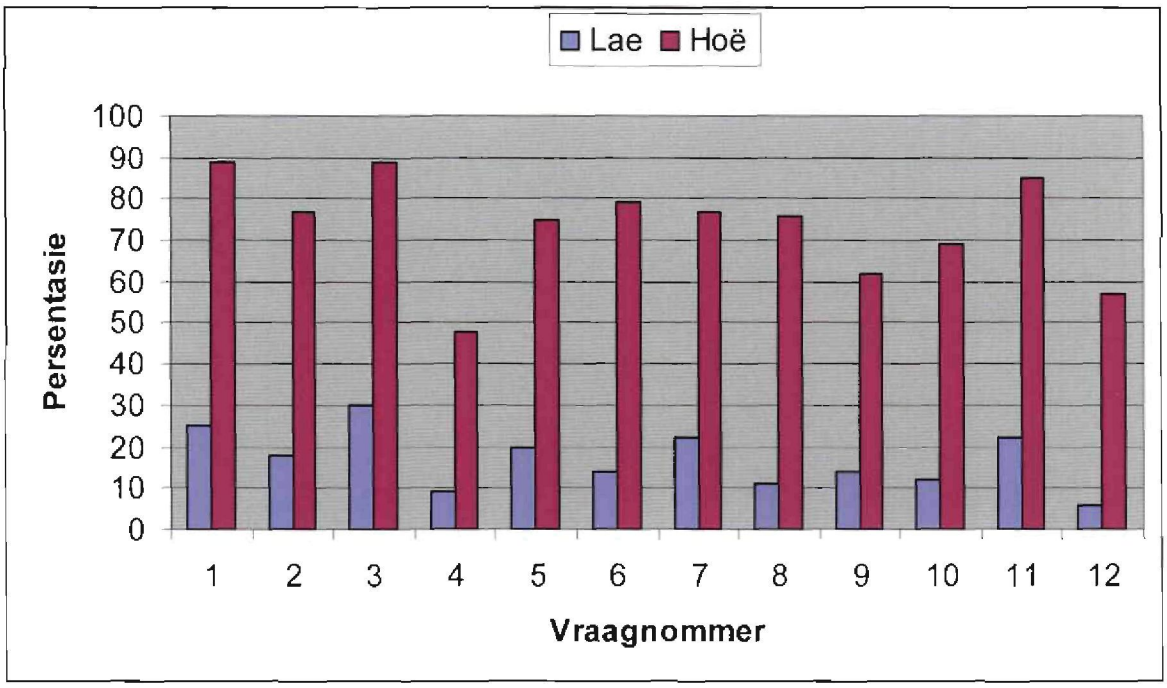
4.6.1.2 Skeefheid by WW(P)

Die persentasie respondente wat elke afleier by elke item gekies het varieer tussen 4.5 % en 60%. Dit impliseer dat nie een item se afleiers deur 95% of meer respondente gekies is nie (Frijda & Johada, 1966; Smith 1988),. asook dat daar nie een afleier is wat glad nie gekies is nie. Dit blyk dus uit die resultate dat elke afleier funksioneel is (gekies is). Dit impliseer dat

die individuele afleiers 'n bevredigende mate van verteenwoordiging by respondente ontlok het.

4.6.1.3 Diskriminasiewaardes van items in WW(P)

In die volgende diagram word die persentasie respondente uit die lae- en die hoë prestasiegroepe in WW(P), wat elke vraag korrek beantwoord het, met 'n waarde van 0.35 of groter as 'n aanvaarbare diskriminasiewaarde voorgestel (Bachman, 2004).



Figuur 4.10 Persentasie respondente in hoë en lae groep presteerders in WW(P) wat vrae korrek beantwoord het

Figuur 4.10 bring aan die lig dat respondente in die hoë prestasiegroepe telkens beter as respondente in die lae groep in die WW(P) presteer het. Items 4 en 12 is die enigste items wat deur minder as 30% van die respondente korrek beantwoord is. Items 4 en 12 is ook deur min hoë presteerders reggekry, wat moontlik beteken dat die vrae te moeilik of onduidelik gestel was. Elkeen van dié items is deeglik bestudeer in samewerking met die studieleiers en die volgende besluite is geneem:

- Item 4 lees: **6 = ...** en die korrekte antwoord (afleier d) lees: **kwosiënt van 18 gedeel deur 3.** Dit kan moontlik wees dat **die kwosiënt van 18 ÷ 3** meer bekend is by leerders aangesien daar van die Wiskunde-simbool (÷) gebruik gemaak word en daar minder woorde is om te lees en te interpreteer.

- Item 12 wat lees: **Liter is die meeteenheid vir ...** is ná deeglike oorweging verander na: **Lengte word gemeet in ...** Dit is moontlik dat liter 'n onbekende begrip is en dat "kapasiteit" te moeilik is vir leerders en dat hulle daarom in dié item swakker presteer het. Verder is die afleiers verander in ooreenstemming met die veranderde vraag.

Vervolgens word die persentasie respondente wat vrae korrek beantwoord het, persentasie ontbrekende data en waargenome diskriminasiewaardes vir elke item van die WW(P) in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.44 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr): persentasie respondente wat items korrek beantwoord het, persentasie ontbrekende data en diskriminasiewaardes per item

WW(P) Vraag-nommer	Persentasie korrek	Ontbrekende data	Diskriminasiewaarde
1	57.6	1.8	.64
2	44.6	2.6	.59
3	59.8	2.0	.59
4	**22.6**	1.9	.40
5	47.4	3.1	.55
6	46.0	3.3	.65
7	47.0	3.4	.56
8	39.4	3.6	.65
9	34.1	3.5	.49
10	35.7	3.1	.57
11	52.7	**4.7**	.63
12	**25.0**	**12.8**	.50

Inspeksie van Tabel 4.44 bring die volgende aan die lig:

- dat die persentasie ontbrekende data by items 11 en 12 (die laaste twee items in die WW(P)) toegeneem het, waarskynlik omdat leerders wat stadig werk weens die tydsbeperking nie kon klaarkry nie of dat hulle moeg geraak het (die WW(P) is heel laaste voltooi). Dit is ook moontlik dat die vrae te moeilik vir leerders was of dat bepaalde vrae onduidelik gestel is;

- dat items 4 en 12 deur minder as 30% respondente korrek beantwoord is. Daar is ná deeglike oorweging besluit om veranderings by beide items aan te bring (kyk 4.6.1.3);

- dat items 8, 9 en 10 ook deur minder as 40% respondente korrek beantwoord is ten spyte van goeie diskriminasiewaardes en daarom is hierdie items ook deeglik nagegaan en die volgende is besluit:

    - item 8 bly onveranderd;

    - item 9 lees **R5, is ...** en die korrekte afleier (**d**) lees: **R4,89 benader tot die naaste rand.** Dit is moontlik dat sommige leerders die term *benader* gebruik, terwyl ander weer die term *afrond* gebruik. Hierdie afleier is verander om seker te maak dat daar geen onduidelikheid by leerders is nie en dit lees nou: **d. R4,89 afgerond (benader) tot die naaste rand.**

    - By item 10 is 'n diagram van 'n **agthoek met 'n stippellyn gegee** en respondente moet die **stippellyn** (wat 'n simmetriese lyn is) **benoem.** Aangesien afleier **a (heksagoon)** die keuse van 21% respondente was en afleier **e (pentagoon)** die keuse van 14% respondente was, is besluit dat dié betrokke vorm leerders moontlik kan verwar. Dit is verander na 'n simmetriese vlinder met 'n stippellyn as simmetriese lyn. Afleiers is aangepas ooreenkomstig die hersiene vraag.

4.6.2 Faktoranalise van die WW(P)

Die toereikendheid van die steekproefneming is gemeet deur die Kaiser-Meyer-Olkintoets (KMO) (Field, 2005), wat 0.849 is en wat volgens Field (2005) daarop dui dat die items onderling korreleer om faktore te vorm wanneer faktoranalise uitgevoer word.

'n Verkennende faktoranalise is op die response van die 12 items in die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) uitgevoer om die onderliggende faktorstruktuur te bepaal.

4.6.2.1 Besluit oor die aantal faktore wat onttrek moet word

Kaiser se kriterium (Field, 2005) stel dat die aantal faktore wat uit die WW(P) onttrek moet word, gelyk is aan die aantal faktore waarvan die eiewaardes groter as 1.0 is en drie faktore is uitgewys uit die onderlinge korrelasies tussen die 12 items. Die totale variansie wat verklaar word, is 44.6%. Die lae persentasie variansie wat verklaar word, kan potensieel 'n gevolg wees van onder meer die feit dat vraelyste tydens Mei tot Julie ingeskakel is, en nie aan die einde van die skooljaar nie; die items kon te moeilik gewees het vir die respondente;

die vraagstelling van items kan onduidelik of verwarrend wees; of die vreemdheid by sommige leerders met meervoudige-keusevrae kon 'n invloed gehad het.

Data van hierdie instrument is ontleed deur 'n skuinsrotasie (*Oblimin*) uit te voer, aangesien vermoed is dat die faktore met mekaar korreleer (Field, 2005). Vervolgens word die patroonmatriks van die eerste-ordefaktoranalise asook items se kommunaliteite (wat uit die aanvanklike ongeroteerde hoofkomponentanalise verkry is) in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.45 Patroonmatriks van die eerste-ordefaktoranalise en items se kommunaliteite, soos uit die aanvanklike ongeroteerde hoofkomponentanalise verkry is

Itemnommer en inhoud van item	**Faktor 1**	**Faktor 2**	**Faktor 3**	***Kommunaliteite,** (soos uit die aanvanklike ongeroteerde hoofkomponentanalise verkry is
9 (benader/afrond)	**.710**			.494
12 (liter, inhoud/kapasiteit)	**.634**			.481
4 (kwosiënt)	**.574**			.367
10 (simmetriese lyn	**.399**			.343
2 (desimale getal)		**-.744**		.534
6 (onegte breuk)		**-.689**		.513
8 (ekwivalente breuke)		**-.608**		.446
5 (res by deelsom)		**-.549**		.382
1 (som van)			**.708**	.516
3 (helfte van)			**.638**	.492
7 (ewe getalle)			**.608**	.420
11 (digitale tyd)			**.464**	.358

Onttrekkingsmetode: hoofkomponentanalise; rotasie: *Oblimin* met Kaiser-normalisering

Uit Tabel 4.45 blyk dit dat daar drie faktore is wat onttrek word en dat al die items se kommunaliteite groter as 0.3 (Tabacnick & Fidell, 2001) is. Tabel 4.45 bring verder aan die lig dat die drie faktore wat gevorm word, teoreties nie interpreteerbaar is nie. Dit is moontlik dat sekere items, byvoorbeeld items 9 en 12, 4 en 10 wat almal in faktor 1 groepeer is, moontlik weens die moeilikheidsgraad saamgegroepeer is in plaas van weens werklike korrelasies.

Tabel 4.46 Faktorkorrelasiematriks

Faktor	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
1	1.00		
2	**.243**	1.00	
3	**.289**	**.314**	1.00

Tabel 4.46 bring aan die lig dat daar 'n sigbare verwantskap tussen Faktor 1 en Faktor 2, Faktor 1 en Faktor 3, asook tussen Faktor 2 en Faktor 3 is. Hierdie sigbare verbande tussen die drie gevormde faktore tesame met die gebrek aan die interpretasie van die faktore dien as motivering vir die besluit om slegs 'n totaaltelling vir die instrument te gebruik.

4.6.3 Betroubaarheid van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr)

Betroubaarheidsoanalise is op die items in die WW(P) uitgevoer en die konsekwentheid van die betroubaarheidskoëffisiënt (Cronbach α) is 0.75, wat volgens Nunnally en Bernstein (1994) goed is.

Cronbach α-waardes is ook bereken as individuele items weggelaat is en dit word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.47 Betroubaarheid wanneer individuele items weggelaat is, korrelasie met totaaltelling en Cronbach α-waardes

Item wat weggelaat is	Korrelasie met totaaltelling	α-waarde
1	.41	.73
2	.38	.73
3	.36	.73
4	.34	.73
5	.34	.74
6	.42	.72
7	.32	.74
8	.43	.72
9	.33	.74
10	.41	.73
11	.41	.73
12	.42	.73

Tabel 4.47 bring aan die lig dat al die items se korrelasies met die totaaltelling groter as 0.3 (Clark & Watson, 1995) is en goed diskrimineer. Individuele items se betroubaarheid (α-

waardes) varieer tussen 0.72 en 0.74 wat daarop dui dat die WW(P) aan interne konsekwentheid voldoen en dat alle items tot die konstruk bydra (Leedy & Ormrod, 2001).

'n Verdere statistiese tegniek om die betroubaarheid te ondersoek is Pearson se individuele en gemiddelde interitem-korrelasiekoëffisiënte, wat volgens Clark en Watson (1995) tussen 0.15 en 0.55 behoort te varieer. Die individuele interitem-korrelasies dui aan in watter mate die individuele items dieselfde konstruk meet.

Die **individuele inter-korrelasiekoëffisiënte** van die WW(P) se individuele items varieer tussen 0.10 en 0.35. Hoewel daar enkele items is waarvan die interitem-korrelasies laer as 0.15 is, varieer die oorgrote meerderheid items se individuele interitem-korrelasies tussen 0.15 en 0.55 en dit dui daarop dat die items dieselfde konstruk meet.

Die **gemiddelde inter-item korrelasie** dui aan in water mate die instrument in die geheel dieselfde konstruk meet. Volgens Clark en Watson (1995) behoort die Pearson interitem-korrelasiewaardes van die instrument te varieer tussen 0.15 en 0.55. Die gemiddelde interitem-korrelasiewaarde vir die WW(P) is 0.20 wat die WW(P) se betroubaarheid bevestig.

4.6.4 Itemsydigheid van die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr)

Statistiese tegnieke[37] wat in hierdie studie uitgevoer is, sluit in, (i) Tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies; (ii) ANOVA; en (iii) Mantel-Haenszel (Rasch-modelle).

Wanneer al die items in die model pas, lewer dit bewys dat al die items dieselfde onderliggende eienskap meet (De Bruin, 2004).

Voordat itemsydigheid ondersoek kan word, is dit nodig om te bepaal of die data die model pas.

4.6.4.1 Passing van die data van die WW(P) in die Rasch-model

Die statistiek vir die passing van die WW(P) se items word in Tabel 4.48 weergegee.

---

[37] Kyk 4.4.6: 4.4.6.1 tot 4.4.6.4

Tabel 4.48 Gemiddelde kwadraat *infit*- en *outfit*-statistiek vir die passing van die WW(P) se items, asook itemkorrelasies

Itemnommer	*INFIT* Itempassing	*OUTFIT* Persoonpassing	Itemkorrelasies
7	1.07	1.16	.32
9	1.08	1.10	.33
5	1.05	1.08	.34
4	1.03	1.26	.34
3	.99	1.08	.36
2	1.01	.98	.38
1	.94	.90	.41
10	.98	.95	.41
11	.95	.99	.41
6	.95	.91	.42
12	.93	1.00	.42
8	.95	.93	.43
Gemiddelde	.99	1.03	
standaardafwyking	.05	.10	

Uit inspeksie van die *infit*- en *outfit*-waardes van die BW(P) se items (volgens Tabel 4.48) blyk dit dat al die items se *infit*- en *outfit*-waardes binne die riglynwaardes is. Die gemiddelde *infit*-waarde is 0.99 (SD = 0.05) en die gemiddelde *outfit*-waarde is 1.03 (SD = 0.10), wat op 'n bevredigende passing tussen die data en die model dui. Die variasie in die items se itemkorrelasies is redelik klein – dit varieer tussen 0.32 en 0.43 – wat 'n aanduiding is dat items soortgelyke verwantskappe met die latente eienskap deel. Die gevolgtrekking is gemaak dat die Rasch-model die WW(P) se items in die geheel, goed pas.

Vervolgens word die itemsydigheid van die WW(P) se items met behulp van verskeie statistiese tegnieke ondersoek om verdere besluite rakende die WW(P) se items te kan neem.

Tabel 4.49 **Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) se itemsydigheid per taal, geslag en graad verkry uit (i) tweerigtingtabelle met geweegde frekwensies effekgroottes, (ii) ANOVA ten opsigte van taal en interaksie van vlak met taal, en (iii) Mantel-Haenszel se p-waardes (soos uit Rasch)**

	Tweerigtingfrekwensietabelle effekgrootte ω			ANOVA (Taal) eta-kwadraat of η^2		Mantel-Haenszel p-waardes		
Item-nommer	graad	Geslag	Taal	Groepsydigheid ten opsigte van taal	Groepsydigheid ten opsigte van die interaksie van taal en vlak	Afrikaans en Tswana	Afrikaans en Engels	Engels en Tswana
1	.21	-.03	.24	.033	.019	**.0000**	.3582	**.0000**
2	**.36**	.01	.01	.021	.019	**.0000**	.5541	**.0000**
3	**.35**	-.03	.09	.001	.009	.2462	.9398	.4250
4	.18	.05	.09	.001	.017	.0670	.2733	.2068
5	**.37**	.01	.09	.001	.009	.4389	.6484	.2107
6	**.46**	.05	.04	.038	.017	**.0000**	**.0018**	**.0000**
7	**.26**	.03	.16	.056	.000	**.0047**	.5427	**.0031**
8	**.39**	-.02	.08	.014	.000	**.0035**	.7707	**.0212**
9	.07	-.01	.09	.019	.000	.4716	.4675	.7248
10	.25	-.01	.15	.043	.000	.1192	.7415	.3458
11	.14	-.13	.19	.085	.000	**.0001**	.6558	**.0000**
12	.07	.04	**.27**	.080	.000	**.0000**	.5684	**.0000**
	*Effekgrootte ω ≈ 0.3; dui op moontlike itemsydigheid			Effekgrootte η^2 >0.06; dui op moontlike itemsydigheid		p < 0.05;dui op itemsydigheid		

Inspeksie van Tabel 4.49 bring die volgende aan die lig:

(1) Dit blyk uit die tweerigtingtabelle met geweegde-frekwensies dat:

a. mediumgrootte effekte (sigbare verskille) ten opsigte van **graad** (graad 4 tot 7) voorkom by items 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10. Hierdie verskille is tussen graadgroepe verwag, veral aangesien byvoorbeeld graad 4-leerders nog net sowat ses maande in die intermediêre fase was en daarom is besluit dat normtabelle vir die overskillende grade opgestel sal word;

b. geen verskille ten opsigte van **geslag** by WW(P) items voorkom nie. Dit kom ooreen met die verwagting van die navorser en studieleiers;

c. mediumgrootte effekte (sigbare verskille) ten opsigte van **taal** by items 1 en 12 voorkom. Daar is besluit om item 1 onveranderd te laat aangesien dit duidelik gestel is. Veranderings in item 12 is reeds bespreek.

(2) Die ANOVA se η^2 (eta-kwadraat) dui daarop dat geen item groepsydigheid toon ten opsigte van óf **taal óf van die interaksie van taal en vlak** nie.

(3) Mantel-Haenszel se p-waardes (soos uit Rasch) toon dat itemsydigheid ten opsigte van **taal** by items 1, 2, 6, 7, 8, 11 en 12 voorkom. Hierdie items is deeglik bestudeer, bewoording is heroorweeg, verstaanbaarheid is gekontroleer en die volgende is besluit:

- Items 2, 6, 7, 8 en 11 bly onveranderd;
- Item 1 se afleier d lees: **die kwosiënt van 5 en 9** en word verander na: **die kwosiënt van 5 ÷ 9.** Dit mag moontlik wees dat die afleier se bewoording onduidelik was en daarom word die Wiskunde-simbool vir meer duidelikheid gebruik;
- Item 5 is ook verander van **As 23 ÷ 5 is 3 die** ... na **As 26 ÷ 5 is 1 die ...** aangesien 'n 3 in die oorspronklike som in die getal 23 sowel as in die res voorkom. Dit kan moontlik verwarrend wees;
- Item 12 se verandering is reeds bespreek (onderaan Figuur 4.10; 4.5.1.3).

4.6.4.2 Sydigheid van die faktoranalise by die WW(P) met betrekking tot Tucker se φ-koëffisiënte

Die ooreenstemming van die instrument tussen taalgroepe word geëvalueer deur 'n faktor-kongruensiekoëffisiënt, gewoonlik Tucker se φ (Chan *et al.,* 1999; Van de Vijver & Leung, 1997). 'n Goeie ooreenstemming, wat gewoonlik uitgedruk word as Tucker se φ met waardes hoër as 0.90, volgens Van de Vijver en Poortinga (1994), dui op ekwivalensie.

Tucker se φ-koëffisiënt is vir die WW(P) bereken en dit word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 4.50 Tucker se φ-koëffisiënte vir die WW(P)

Taal	Tucker se φ-koëffisiënte
Tswana	0.91
Engels	0.99
Afrikaans	0.99

Inspeksie van Tabel 4.50 dui daarop dat Tucker se φ-koëffisiënt vir WW(P) tussen 0.91 en 0.99 varieer wat baie goeie waardes is en dit dui op ekwivalensie van die WW(P) ten opsigte van taal (Van de Vijver & Poortinga, 1994).

Vervolgens word die beskrywende statistiekresultate weergegee en bespreek.

4.7 Opsomming van beskrywende statistiekresultate

Die items wat tot 'n bepaalde faktor se gemiddelde telling bydra, is vir elke respondent as faktortelling bereken, sodat hierdie tellings steeds op die oorspronklike gemete 3-puntskaal – waar 1 *amper altyd*, 2 *soms* en 3 *amper nooit* voorstel – geïnterpreteer kan word. Vir die WW(P) en die BW(P) is die totaaltelling van die korrekte antwoorde as faktortelling geneem. Alle resultate is geweeg ten opsigte van die verteenwoordiging van taalgroepe in Noordwes.

Tabel 4.51 **Gemiddeldes ($\bar{x}$), mediane, minimum en maksimum waardes, onderste en boonste kwartiel, skeefheid, kurtose en effekgroottes vir graad 4- tot 7-leerders vir die SOW(P) se drie faktortellings, WW(P) en BW(P)**

Veranderlike	Gemiddelde ($\bar{x}$)	Mediaan	Minimum	Maksimum	Onderste kwartiel	Boonste kwartiel	Skeefheid	Kurtose
Wiskunde-angs	2.2	2.2	1.4	3.0	1.9	2.5	0.08	-0.62
Studiehouding jeens Wiskunde	1.5	1.5	1.0	2.8	1.3	1.7	0.76	0.67
Studiegewoontes in Wiskunde	1.5	1.5	1.0	3.0	1.3	1.7	0.80	1.15
WW(P)	3.9	4.0	0	12.0	2.0	6.0	0.60	-0.03
BW(P)	4.4	4.0	0	15.0	3.0	6.0	0.68	0.59

Tabel 4.51 dui op die volgende:

- ten opsigte van die drie faktore van die SOW(P), naamlik *Wiskunde-angs*, *Studiehouding jeens Wiskunde* en *Studiegewoontes in Wiskunde*:

    - *Wiskunde-angs* die hoogste gemiddelde en mediaan lewer en respondente se gemiddelde respons tussen *soms* en *amper nooit* lê, maar meer in die rigting van *soms*. Dit lyk dus nie of die respondente oor die algemeen 'n groot mate van angs ervaar nie; wat ooreenstem met wat bevind is in 'n studie deur Maree en Crafford (2005);

    - Respondente se gemiddelde respons vir beide *Studiehouding* en *Studiegewoontes* lê of by "amper altyd" of "soms" maar neig eerder in die rigting van "soms" wat daarop kan dui dat respondente moontlik nog nie goeie studiehouding of studiegewoontes gevestig het nie;

- ten opsigte van die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr):

    - dat die gemiddelde punt wat behaal is, is 3.9 uit 12 en ongeveer 50% van die respondente se tellings behaal, is 4 uit 12; Dit dui op 'n gemiddelde punt van ongeveer 33% in die WW(P), wat swakker is as wat verwag is en wat beteken dat sekere items moontlik te moeilik was vir respondente, sommige items moontlik onduidelik gestel was en respondente verwar het, die meervoudige keuse-formaat van die toets moontlik onbekend is by respondente en dit hul prestasie beïnvloed het, of dat Wiskunde-woordeskat moontlik nie toereikend onderrig word in skole nie;

- ten opsigte van die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr):

    - dat die gemiddelde punt wat behaal is, is 4.4 uit 15 en die mediaan is 4 uit 15, wat beteken dat ongeveer 50% van die respondente 4 uit 15 is; en 50% van die respondente se tellings 4 uit 15 is. 'n Gemiddelde punt van ongeveer 29% in 'n basiese Wiskunde-toets is swakker as wat verwag is en daar mag verskeie redes daarvoor wees, insluitend items wat moontlik te moeilik was vir respondente, of items wat moontlik onduidelik gestel is.

    - dat ervaar is dat die meervoudige-keuseformaat van die toets leerders moontlik negatief kon beïnvloed het of selfs (dalk veral?) moontlike ontoereikende onderrig van die leerarea Wiskunde in skole.

Vir 'n normaalverdeling is die skeefheid gelyk aan nul (0) is en die kurtose gelyk aan 3 (Stuart & Ord, 1987). Rekenaarpakkette gee egter kurtose as -3, sodat hierdie statistiek ook rondom nul lê.

Uit Tabel 4.51 blyk dit dus dat al die veranderlikes se skeefheid en kurtose naby aan nul is en in 'n groot mate aan die vereistes van normaliteit voldoen. Die feit dat die gemiddeld en die mediaan van veranderlikes telkens naby aan mekaar lê, dui ook op die normaalverspreiding van die data.

Tabel 4. 52 **Gemiddeldes ($\bar{x}$), standaardafwykings (s) en effekgroottes vir graad 4- tot 7-leerders vir die SOW(P) se drie faktore, WW(P) en BW(P) ten opsigte van taal**

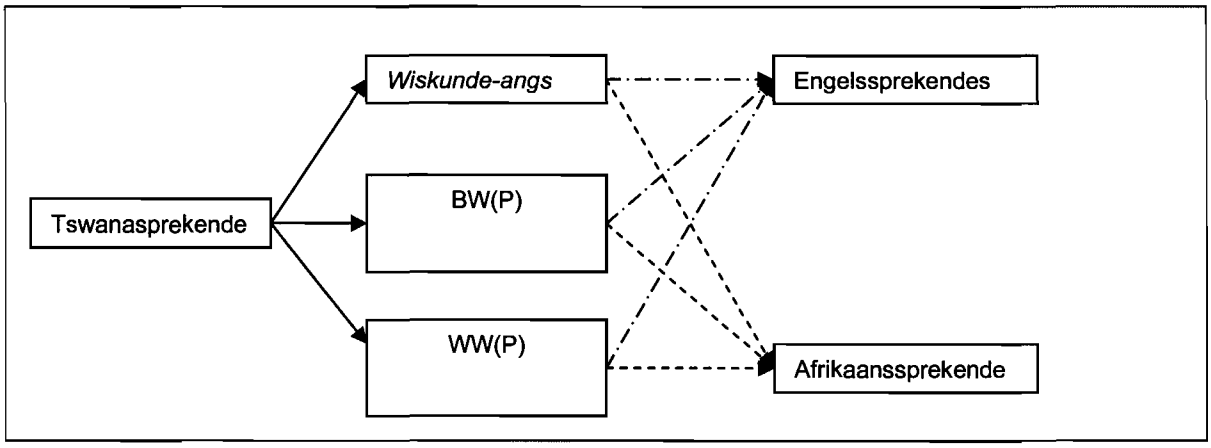
Taal	***Wiskunde-angs***		***Studiehouding jeens Wiskunde***		***Studiegewoontes in Wiskunde***		**Wiskunde-woordeskat (P)**		**Basiese Wiskunde (P)**	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Afrikaans	2.52	.30	1.50	.33	1.43	.23	6.06	2.30	7.84	3.26
Engels	2.45	.29	1.51	.30	1.42	.26	5.48	3.08	6.78	3.47
Tswana	2.19	.33	1.49	.31	1.51	.32	3.66	2.22	4.12	2.31

Tale	**Effekgroottes (0.2 is 'n klein effek; 0.5 'n medium effek en 0.8 'n groot effek)**				
Tswana en Engels	**.80****	.04	.29	**.59***	**.77****
Tswana en Afrikaans	**1.02****	.00	.24	**.81****	**1.14****
Engels en Afrikaans	.25	.04	.05	.19	.31

* dui 'n medium effek aan of sigbare verskille; en
** dui 'n groot effek aan wat in die praktyk belangrik is (Cohen, 1988).

In Tabel 4.52 bring **effekgroottes** die volgende rakende die SOW(P) se drie faktore en prestasie in die WW(P) en BW(P) ten opsigte van **taal,** aan die lig, naamlik dat:

- Afrikaans- en Engelssprekende leerders in praktiese terme minder angs (hoër tellings) ervaar as Tswanasprekende leerders;
- die verskillende taalgroepe geen verskil, in praktiese terme, toon ten opsigte van *Studiehouding jeens* en *Studiegewoontes in Wiskunde* nie;
- Afrikaans- en Engelssprekende leerders in praktiese terme beter presteer as die Tswanasprekendes in die WW(P); en
- Afrikaans- en Engelssprekende leerders in die praktyk beter presteer as die Tswanasprekendes in die BW(P) aangesien groot effekte bevind is tussen Tswana- en Engelssprekendes in die BW(P) asook tussen Tswana- en Afrikaanssprekendes in die WW(P) én BW(P). Verder is Afrikaanssprekendes se gemiddelde prestasie in die WW(P) en die BW(P) onderskeidelik 50.5% en 52.3%, Engelssprekendes 45.7% en 56.5% en Tswanasprekendes 30.5% en 34.3%.



Figuur 4.11 Skematiese voorstelling van verskille tussen Tswana-, Engels- en Afrikaanssprekendes

Tabel 4.53 Gemiddeldes ($\bar{x}$), standaardafwykings (s) en effekgroottes vir verskillende graadgroepe

graad	*Wiskunde-angs*		*Studiehouding jeens Wiskunde*		Studie-gewoontes in Wiskunde		Wiskunde-woordeskat		Basiese Wiskunde	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
graad 4	2.0	.3	1.6	.4	1.7	.3	2.5	1.6	3.2	2.1
graad 5	2.1	.3	1.4	.3	1.5	.3	2.9	1.8	3.8	2.1
graad 6	2.3	.3	1.5	.3	1.5	.3	4.1	2.4	4.7	2.5
graad 7	2.4	.3	1.5	.3	1.4	.3	5.7	2.2	6.0	2.7

graad	Effekgroottes				
graad 4 en 5	.3	**.6***	**.6***	.2	.3
graad 4 en 6	**.8****	**.5***	**.6***	**.7****	**.6***
graad 4 en 7	**1.4****	**.5***	**.7****	**1.5****	**1.0****
graad 5 en 6	.4	.1	.03	**.5***	.4
graad 5 en 7	**.9****	.2	.1	**1.3****	**.8****
graad 6 en 7	**.5***	.06	.2	**.7****	**.5***

* dui 'n medium effek aan of sigbare verskille; en
** dui 'n groot effek aan wat in die praktyk belangrik is (Cohen, 1988)

Tabel 4.53 dui op die volgende prestasie rakende *Wiskunde-angs*, *Studiehouding jeens* en *Studiegewoontes in Wiskunde*, in onderskeidelik die WW(P) en BW(P) ten opsigte van die **graadgroepe**:

- *Wiskunde-angs*[38] se gemiddelde telling neem toe van graad 4 tot by graad 7 wat daarop dui dat ouer leerders minder angs ervaar as jonger leerders. In die praktyk beleef graad 7-leerders minder *Wiskunde-angs* as graad 4- en 5-leerders en sigbaar

[38] Kyk 4.9 by *Wiskunde-angs* sal 'n hoë waarde op min angs dui, terwyl 'n laer waarde op groter angs sal dui as gevolg van die waardes wat toegeken is aan *Amper altyd (1), Soms (2), Amper nooit (3)*.

minder *Wiskunde-angs* as by graad 6-leerders. graad 6-leerders beleef ook in die praktyk minder *Wiskunde-angs* as graad 4-leerders;

- *Studiehouding jeens Wiskunde* se gemiddelde telling neem af van graad 4 na graad 5, maar styg weer in graad 6 en 7. Die effekgrootte toon dat graad 5-, 6- en 7-leerders se *Studiehouding jeens Wiskunde* sigbaar beter is as dié van graad 4-leerders. Daar is geen sigbare of prakties betekenisvolle verskille in respondente se *Studiehouding jeens Wiskunde* tussen ander grade nie;

- *Studiegewoontes in Wiskunde* se gemiddelde telling neem af vanaf graad 4 tot 7, wat daarop dui dat ouer leerders beter studiegewoontes in Wiskunde het as jonger leerders. Studiegewoontes by graad 4-leerders is sigbaar swakker as dié van graad 5-, 6- en 7-leerders. Daar is geen sigbare of prakties betekenisvolle verskille in *Studiegewoontes in Wiskunde* tussen ander graadgroepe nie;

- Die gemiddelde punt vir Wiskunde-woordeskat neem toe vanaf graad 4 tot graad 7 vanaf 2.5 uit 12 tot 5.7 uit 12, wat beteken dat ouer leerders gemiddeld beter presteer as jonger leerders. In die praktyk presteer graad 7-leerders betekenisvol beter as graad 4- tot 6-leerders, graad 6-leerders presteer ook in die praktyk betekenisvol beter as graad 4-leerders. Verder presteer graad 6-leerders sigbaar beter as graad 5-leerders. Hierdie resultaat is te wagte aangesien ouer leerders langer hierdie woordeskat in Wiskunde gebruik;

- Die gemiddelde punt vir basiese Wiskunde neem toe van graad 4 tot graad 7 van 3.2 tot 6.0 uit 15 wat beteken dat leerders in hoër grade gemiddeld beter presteer in 'n basiese Wiskunde-toets. In die praktyk presteer graad 7-leerders prakties betekenisvol beter as graad 4- en 5-leerders. graad 7-leerders presteer gemiddeld ook sigbaar beter as graad 6-leerders en graad 6-leerders sigbaar beter as graad 4-leerders.

Tabel 4.54 Gemiddeldes ($\bar{x}$), standaardafwykings (s) en effekgroottes vir geslaggroepe

Veranderlike	$\bar{x}$ Manlik	$\bar{x}$ Vroulik	s Manlik	s Vroulik	Effek-grootte
Wiskunde-angs	2.22	2.21	.36	.32	.01
Studiehouding jeens Wiskunde	1.44	1.55	.31	.30	.33
Studiegewoontes in Wiskunde	1.50	1.50	.33	.28	.00
Wiskunde-woordeskat (P)	3.89	3.83	2.42	2.37	.03
Basiese Wiskunde (P)	4.53	4.32	2.63	2.60	.08

Uit Tabel 4.54 blyk dat daar geen verskille ten opsigte van die gemiddeld vir geslag voorkom by die SOW(P) se drie faktore (*Wiskunde-angs*, *Studiehouding jeens* en *Studiegewoontes in Wiskunde*) asook by die WW(P) en die BW(P) nie.

4.8 Normtabelle

Hoewel 'n loodsstudie uitgevoer is (n = 353), waarna die items verander en aangepas is, is daar na die afloop van die hoofstudie (n = 1 103), verdere aanpassings aan items van die drie vraelyste aangebring. Dit het tot gevolg dat normtabelle vir die hersiene vraelyste nie noodwendig dieselfde sal wees as in die onderhawige studie nie. Verder moet in gedagte gehou word dat daar weens tyd- en finansiële beperkings nie 'n ewekansige steekproef van 30 verskillende skole in Noordwes getrek kon word, soos aanvanklik beplan is nie. Die doelgerigte steekproef wat getrek is, kon ook nie realiseer nie, weens die stakings deur onderwysers in Junie/Julie 2007 nie en ander skole moes besoek word, as dié wat oorspronklik geteiken is. As gevolg hiervan, kan die normtabelle in hierdie studie nie as absolute norms gebruik word nie, maar net as riglyne.

Die gemiddeld van items in die SOW(P), wat bydra tot 'n konstruk, is vir elke respondent bereken, sodat hierdie punte/tellings steeds op die oorspronklike skaal geïnterpreteer kan word. Verder is dit belangrik om in gedagte te hou dat die volgende 3-puntskaal gebruik is: 1 vir "amper altyd", 2 vir "soms" en 3 vir "amper nooit". Dit beteken dat 'n hoë telling vir *Wiskunde-angs* 'n lae mate van angs aandui en omgekeerd, terwyl 'n hoë telling vir beide *Studiehouding en Studiegewoontes* swakker houding en gewoontes aandui, en omgekeerd.

Een stel normtabelle word verskaf vir leerders in elke graad vir *Wiskunde-angs*, *Studiehouding jeens* en *Studiegewoontes in Wiskunde*, asook 'n normtabel vir die

afsonderlike grade vir die WW(P) en die BW(P). Die normtabelle word in Tabel 4.55 tot 4.60 weergegee. Die eerste en laaste kolomme dui die persentielrange aan en die ander kolomme die waardes. Slegs elke vyfde persentielnorm word in die tabelle verstrek.

Tabel 4.55 Persentielrange vir graad 4-leerders vir die SOW(P) se drie faktore

Persentiel-rang	**Faktor 1** ***Wiskunde-angs***	**Faktor 2** ***Studiehouding jeens Wiskunde***	**Faktor 3** ***Studiegewoontes in Wiskunde***	**Persentiel-rang**
95	2.59	2.25	2.30	95
90	2.35	2.13	2.00	90
85	2.29	2.00	1.91	85
80	2.24	1.88	1.90	80
75	2.18	1.88	1.82	75
70	2.13	1.75	1.78	70
65	2.12	1.75	1.73	65
60	2.06	1.63	1.73	60
55	2.06	1.63	1.64	55
50	2.00	1.63	1.63	50
45	2.00	1.50	1.60	45
40	1.94	1.50	1.55	40
35	1.94	1.50	1.55	35
30	1.88	1.50	1.50	30
25	1.82	1.38	1.40	25
20	1.76	1.38	1.36	20
15	1.73	1.25	1.36	15
10	1.69	1.17	1.27	10
5	1.53	1.13	1.18	5

Tabel 4.56 Persentielrange vir graad 5-leerders vir die SOW(P) se drie faktore

Persentiel-rang	Faktor 1 *Wiskunde-angs*	Faktor 2 *Studiehouding jeens Wiskunde*	Faktor 3 *Studiegewoontes in Wiskunde*	Persentiel-rang
95	2.67	1.88	1.91	95
90	2.63	1.75	1.90	90
85	2.53	1.75	1.88	85
80	2.47	1.63	1.80	80
75	2.41	1.63	1.73	75
70	2.27	1.57	1.64	70
65	2.18	1.50	1.60	65
60	2.13	1.50	1.50	60
55	2.11	1.43	1.45	55
50	2.06	1.38	1.40	50
45	2.06	1.38	1.38	45
40	2.00	1.29	1.36	40
35	2.00	1.25	1.36	35
30	1.94	1.25	1.27	30
25	1.92	1.25	1.25	25
20	1.88	1.14	1.18	20
15	1.82	1.13	1.13	15
10	1.73	1.00	1.09	10
5	1.64	1.00	1.00	5

Tabel 4.57 Persentielrange vir graad 6-leerders vir die SOW(P) se drie faktore

Persentiel-rang	Faktor 1 *Wiskunde-angs*	Faktor 2 *Studiehouding jeens Wiskunde*	Faktor 3 *Studiegewoontes in Wiskunde*	Persentiel-rang
95	2.82	1.88	2.00	95
90	2.71	1.75	1.88	90
85	2.65	1.75	1.73	85
80	2.59	1.71	1.70	80
75	2.53	1.63	1.64	75
70	2.41	1.63	1.60	70
65	2.38	1.50	1.55	65
60	2.35	1.50	1.55	60
55	2.29	1.50	1.45	55
50	2.24	1.50	1.45	50
45	2.20	1.38	1.40	45
40	2.18	1.38	1.36	40
35	2.13	1.33	1.36	35
30	2.12	1.25	1.30	30
25	2.06	1.25	1.27	25
20	2.00	1.23	1.20	20
15	1.94	1.13	1.18	15
10	1.85	1.13	1.18	10
5	1.76	1.13	1.10	5

Tabel 4.58 Persentielrange vir graad 7-leerders vir die SOW(P) se drie faktore

Persentiel-rang	Faktor 1 *Wiskunde-angs*	Faktor 2 *Studiehouding jeens Wiskunde*	Faktor 3 *Studiegewoontes in Wiskunde*	Persentiel-rang
95	2.88	2.00	2.10	95
90	2.82	1.88	1.82	90
85	2.76	1.75	1.73	85
80	2.69	1.75	1.64	80
75	2.63	1.63	1.55	75
70	2.59	1.63	1.55	70
65	2.53	1.50	1.45	65
60	2.50	1.50	1.45	60
55	2.47	1.50	1.40	55
50	2.41	1.43	1.36	50
45	2.40	1.38	1.36	45
40	2.35	1.38	1.27	40
35	2.31	1.38	1.27	35
30	2.29	1.25	1.27	30
25	2.24	1.25	1.18	25
20	2.19	1.25	1.18	20
15	2.18	1.13	1.18	15
10	1.94	1.13	1.09	10
5	1.92	1.13	1.00	5

Tabel 4.59 Persentielrange vir graad 4- tot 7-leerders vir die WW(P)

Persentiel-rang	graad 4	graad 5	graad 6	graad 7	Persentiel-rang
95	5	6	8	10	95
90	5	5	7	9	90
85	4	5	6	8	85
80	4	4	6	7	80
75	4	4	6	7	75
70	3	4	6	7	70
65	3	4	5	7	65
60	3	3	5	6	60
55	2	3	4	6	55
50	2	3	4	6	50
45	2	2	3	5	45
40	2	2	3	5	40
35	2	2	3	5	35
30	2	2	3	4	30
25	1	2	2	4	25
20	1	1	2	4	20
15	1	1	2	4	15
10	0	1	1	3	10
5	0	0	1	2	5

Tabel 4.60 Persentielrange vir graad 4- tot 7-leerders vir die BW(P)

Persentiel-rang	graad 4	graad 5	graad 6	graad 7	Persentiel-rang
95	7	7	9	11	95
90	6	6	8	9	90
85	5	6	7	9	85
80	5	5	6	8	80
75	5	5	6	8	75
70	4	5	6	8	70
65	4	5	5	7	65
60	3	5	5	7	60
55	3	4	5	6	55
50	3	4	5	6	50
45	3	4	4	5	45
40	2	3	3	5	40
35	2	3	3	5	35
30	2	3	3	4	30
25	2	2	3	4	25
20	1	2	3	4	20
15	1	1	2	3	15
10	0	1	2	2	10
5	0	0	1	2	5

4.9 Voorspellingsgeldigheid[39] van SOW(P), die WW(P) en die BW(P)

4.9.1 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om BW(P) vir die totale groep en afsonderlik vir elke graadgroep te voorspel

Statistiese tegnieke wat ten doel het om 'n afhanklike veranderlike uit 'n versameling onafhanklike veranderlikes te voorspel of te verduidelik, word meervoudige regressie-analise genoem (Hair *et al.*, 1998). In hierdie studie is *Wiskunde-angs*, *Studiegewoontes in Wiskunde*, *Studiehouding jeens Wiskunde* en prestasie in WW(P) (taalvaardigheid in Wiskunde) die gekose (*selected*) onafhanklike veranderlikes en die afhanklike veranderlike is *Wiskunde-prestasie (BW(P))*. *Voorwaartse stapsgewyse regressieanalise (wat in hierdie* studie uitgevoer is) impliseer dat in elke stap die beste voorspeller addisioneel tot die model uit die onafhanklike veranderlikes gekies word totdat geen statisties betekenisvolle byvoeging verder gemaak kan word nie. Die β-koëffisiënt gee die relatiewe impak van elke onafhanklike veranderlike op die afhanklike veranderlike weer (Hair *et al.,* 1998). Daar word begin met die beste voorspeller (onafhanklike veranderlike) en die ander oorblywende onafhanklike veranderlikes word dan telkens tot die model bygevoeg, gegrond op die mate waarin dié onafhanklike veranderlike tot die verbetering van die beraming van die afhanklike veranderlike bydra (Hair *et al.*, 1998). Die regressie-koëffisiënte en die β-koëffisiënte word in Tabel 4.62, 4.65, 4.68 en 4.71 weergegee.

Uit die korrelasiekoëffisiënt (R) tussen die waargenome afhanklike veranderlike en die voorspelde afhanklike veranderlikes word die proporsie verkry van die variansie in die afhanklike veranderlike wat verklaar word deur die onafhanklike veranderlikes (R^2-waarde) (Hair *et al.*, 1998).

Volgens Steyn (2005) kan R^2 as effekgrootte vir die praktiese betekenisvolheid van die modelpassing gebruik word. Om die praktiese betekenisvolheid van die bydrae van elke voorspeller tot die regressie te bepaal, word effekgroottes (f^2) bereken. Die effekgrootte f^2 word verkry deur die bydrae van elke voorspeller tot R^2 uit te druk relatief tot die proporsie van die kriteriumvariansie wat nie deur die regressie verklaar word nie. Cohen (1988) stel die volgende riglyne voor vir $f^2 = \frac{Bydrae \quad tot \quad R^2}{1 - R^2}$:

$f^2 < 0.15$ is 'n klein effek of $R^2 < 0.13$ wat nie betekenisvol is nie;

---

[39] Alle resultate is geweeg met betrekking tot die verteenwoordiging van taal in die studiepopulasie.

- f^2-waardes wat van 0.15 tot 0.35 varieer is 'n medium effek of R^2-waardes tussen 0.13 en 0.25 wat statisties betekenisvol is; en

- $f^2 > 0.35$ is 'n groot effek of $R^2 > 0.25$ wat prakties betekenisvol is.

4.9.2 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om BW(P) vir die totale groep te voorspel

Tabel 4.61 Interkorrelasie[40] van die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) vir die totale groep

Veranderlike	*Wiskunde-angs*	Studie-houding	Studie-gewoontes	Wiskunde-woordeskat	Basiese Wiskunde
Wiskunde-angs	1.00				
Studiehouding	**-.4**	1.00			
Studiegewoontes	**-.4**	**.4**	1.00		
Wiskunde-woordeskat	**.3**	.2	-.1	1.00	
Basiese Wiskunde	**.4**	-.2	-.2	**.6**	1.00

Uit Tabel 4.61 blyk dit dat vir die totale groep:

- *Wiskunde-angs* 'n negatiewe korrelasie, wat dui op 'n medium (sigbare) effek, toon met *Studiehouding en Studiegewoontes*. Die negatiewe korrelasies tussen *Wiskunde-angs* en Studiehouding en Studiegewoontes is te wagte[41], aangesien 'n groter *Wiskunde-angs* telling op minder angs dui. Verder dui 'n laer telling vir of Studiehouding of Studiegewoontes op beter *Studiehouding jeens Wiskunde* en goeie *Studiegewoontes in Wiskunde*. Leerders wat laer *Wiskunde-angs* het se *Studiehouding en Studiegewoontes* is dus beter en omgekeerd;

---

[40] Telkens wanneer die korrelasiematriks geïnterpreteer word, sal die volgende riglyne geld: 'n klein effek is 0.1, 'n medium effek is 0.3, terwyl 'n groot effek 0.5 is (Cohen, 1988).

[41] Dit is belangrik om in gedagte te hou dat (i) lae *Wiskunde-angs*-tellings dui op hoë *Wiskunde-angs* en omgekeerd en (ii) lae *Studiehouding*-tellings en lae *Studiegewoontes*-tellings op goeie studiehouding en goeie studiegewoontes dui en omgekeerd. Dit spruit voort uit die 3-puntskaal wat gebruik is: 1 is "amper altyd", 2 is "soms" en 3 is "amper nooit".

- *Wiskunde-angs* korreleer sigbaar met BW(P) en WW(P), wat beteken dat leerders wat beter in Wiskunde en Wiskunde-woordeskat presteer, minder angs ervaar en omgekeerd;

- 'n medium positiewe korrelasie tussen *Studiehouding en Studiegewoontes*[42] beteken dat leerders met goeie/swak studiegewoontes 'n sigbaar beter/swakker studiehouding toon; en

- 'n groot positiewe korrelasie tussen BW(P) en WW(P) beteken dat leerders wat beter presteer in WW(P) ook beter presteer in BW(P) in die praktyk. Dit is te wagte aangesien albei te doen het met Wiskunde en Wiskunde-bewerkings.

Tabel 4.62 Meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) op die prestasie in Wiskunde vir die totale groep

	β	Standaard-fout van β	B	Standaard-fout B	z	p-vlak[43]
Snypunt			-.09	.03	-2.9	.003
Wiskunde-woordeskat	.48	.001	.53	.001	423.9	.000
Wiskunde-angs	.19	.001	1.49	.009	162.7	.000
Studiehouding	-.08	.001	-.72	.01	-73.3	.000
Studiegewoontes[44]	.02	.001	.17	.01	16.4	.000
$R = 0.61$; $R^2 = 0.38$; Aangepaste $R^2 = 0.38$[45]; $p < 0.0000$						

[42] Telkens wanneer die korrelasie matriks geïnterpreteer word, sal die volgende riglyne vir die effekgroottes geld: 'n klein effek is 0.1, 'n medium effek is 0.3 terwyl 'n groot effek 0.5 is (Cohen, 1988).

[43] p-waardes word beïnvloed deur geweegde frekwensies. Klein p-waardes kom dikwels voor omdat die steekproefgrootte in die formule gebruik word, wat in teenstelling met effekgroottes is wat onafhanklik van steekproefgrootte bereken word (Hair *et al.*, 1998). Verder is die steekproef nie ewekansig nie en daarom is die p-waarde nie hier ter sake nie.

[44] Telkens *wanneer Studiegewoontes in Wiskunde* negatiewe korrelasies toon met BW(P), terwyl die β-koëffisiënt positief is, *sal geld wat hierbo verduidelik is.*

[45] Riglyne vir effekgroottes: $R^2 = 0.01$ (klein effek); $R^2 > 0.1$ (medium effek); en $R^2 > 0.25$ (groot effek) (Cohen, 1988).

Tabel 4.62 bring dus aan die lig dat:

- die R^2-waarde (.38) daarop dui dat Wiskunde-prestasie in praktiese terme betekenisvol verklaar/voorspel kan word deur die SOW(P) se drie faktore en WW(P);
- die β-koëffisiënte dui aan dat Wiskunde-woordeskat asook *Wiskunde-angs* positiewe bydraes tot Wiskunde-prestasie lewer (d.w.s. hoe minder angs en hoe beter woordeskat, hoe beter is die Wiskunde-prestasie);
- die bydrae van *Studiehouding* negatief is op Wiskunde-prestasie (d.w.s. hoe beter die studiehouding, hoe beter is die Wiskunde-prestasie); en
- Studiegewoontes toon 'n positiewe β-koëffisiënt (soos aangedui Tabel 4.62), terwyl dit 'n negatiewe korrelasie met BW(P) toon in die interkorrelasiematriks (Tabel 4.61), wat beteken dat *Studiegewoontes* as 'n onderdrukker (*surpressor*) veranderlike in die model beskou kan word, wat as gevolg van sy korrelasie met *Studiehouding* tot gevolg het dat albei voorspellers in die teenwoordigheid van die ander 'n groter proporsie van die variansie verklaar as wat die geval sou wees, as hulle alleen in die model was (Cohen & Cohen, 1975). Verder is die bydrae van *Studiegewoontes* tot die voorspelling van Wiskunde-prestasie baie klein. Die klein β-waarde (0.02) dui daarop dat *Studiegewoontes* die kleinste bydrae addisioneel tot ander voorspellers van Wiskunde-prestasie lewer.

Tabel 4.63 Opsomming van die stapsgewyse regressie van die SOW(P) en die WW(P) op prestasie in Wiskunde vir die totale groep

Veranderlike	Stap +in/-uit	Meer-voudige R-kwadraat	R-kwadraat verandering	F	p-vlak	Semi-parsiële korrelasie	f^2
Wiskunde-woordeskat	1	.33	.3	304678.1	.000	.43	**.2**
Wiskunde-angs	2	.37	.04	34456.5	.000	-.17	.03
Studiehouding	3	.38	.006	5378.9	.000	-.07	.006
Studie-gewoontes	4	.38	.0003	267.3	.000	.02	.0003

Uit Tabel 4.63 blyk dit dat:

- *Wiskunde-woordeskat* die belangrikste en *Wiskunde-angs* die tweede belangrikste voorspeller van prestasie in Wiskunde is;
- Die effekgrootte van WW(P) op 'n prakties belangrike effek dui;
- *Wiskunde-angs*, *Studiehouding en Studiegewoontes* nie een prakties betekenisvol bydra tot die voorspelling van Wiskunde-prestasie (BW(P) nie. Die feit dat die effekgrootte so klein is, kan verband hou met die min variansie in die Wiskunde-prestasie (BW(P)) (kyk 4.7, Tabel 4.51) wat tot gevolg kan hê dat die verband nie gesien kan word nie. As gevolg van die oor die algemeen lae Wiskunde-prestasie, is veranderings aan BW(P) aangebring, om vrae wat te moeilik is en onduidelik gestel is, uit te skakel vir wanneer 'n volgende studie gedoen word; en
- Die regressiemodel met Wiskunde-woordeskat as alleenvoorspeller 33% van die variansie in Wiskunde-prestasie verklaar. Die proporsie van die variansie wat deur die model verklaar word, verbeter tot ongeveer 38% wanneer *Wiskunde-angs*, *Studiehouding en Studiegewoontes* ingesluit word. Die persentasie variansie wat verklaar word voorsien 'n prakties belangrike passing van die model (Steyn, 2005).

4.9.3 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om BW(P) vir graad 4 te voorspel

Tabel 4.64 Interkorrelasie van die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) vir graad 4-leerders

Veranderlike	*Wiskunde-angs*	Studie-houding	Studie-gewoontes	Wiskunde-woordeskat	Basiese Wiskunde
Wiskunde-angs	1.00				
Studiehouding	**-.3**	1.00			
Studiegewoontes	**-.3**	**.5**	1.00		
Wiskunde-woordeskat	**.5**	-.2	-.2	1.00	
Basiese Wiskunde	**.4**	-.2	-.2	**.6**	1.00

Uit Tabel 4.64 blyk dit dat:

- *Wiskunde-angs* negatiewe korrelasies, wat dui op 'n medium sigbare effek, toon met *Studiehouding en Studiegewoontes*. Die negatiewe korrelasies tussen *Wiskunde-angs* en *Studiehouding en Studiegewoontes* is te wagte, aangesien 'n groter *Wiskunde-angs*telling op minder angs dui en omgekeerd;

- Verder dui 'n laer telling vir óf *Studiehouding óf Studiegewoontes* op beter houding jeens Wiskunde en goeie *Studiegewoontes in Wiskunde* en omgekeerd. Leerders wat laer angs ervaar se *Studiehouding en Studiegewoontes* is dus beter en omgekeerd;

- 'n sigbare positiewe korrelasie tussen *Wiskunde-angs* en prestasie in BW(P) bestaan wat beteken dat leerders wat minder angs ervaar beter presteer in Wiskunde en omgekeerd;

- 'n groot positiewe korrelasie tussen *Wiskunde-angs* en prestasie in WW(P) bestaan wat beteken dat leerders wat beter presteer in *Wiskunde-woordeskat* in die praktyk betekenisvol minder angs ervaar en omgekeerd;

- 'n groot positiewe korrelasie tussen *Studiehouding* met beter *Studiegewoontes* beteken dat leerders met beter *Studiehoudings jeens Wiskunde*, toon in die praktyk ook beter *Studiegewoontes in Wiskunde* en omgekeerd; en

- 'n medium positiewe korrelasie tussen BW(P) en WW(P) toon dat graad 4-leerders wat beter presteer in *Wiskunde-woordeskat* ook sigbaar beter presteer in Wiskunde en omgekeerd.

Tabel 4.65 **Meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om prestasie in Wiskunde vir graad 4-leerders te voorspel**

Veranderlike	β	Standaard-fout van β	B	Standaard-fout B	z	p-vlak
Snypunt			.61	.05	11.6	.000
Wiskunde-woordeskat	.25	.002	.33	.003	101.9	.000
Studiehouding	-.22	.003	-1.38	.02	-82.7	.000
Wiskunde-angs	.17	.003	1.25	.02	67.3	.000
Studiegewoontes	.13	.003	.88	.02	47.7	.000
$R = 0.40$; $R^2 = 0.16$; Aangepaste $R^2 = 0.16$						

In Tabel 4.65 is daar 'n sigbare verband (R^2-waarde (0.16)) tussen BW(P) en die SOW(P) se faktore en WW(P). Dit beteken dat 16% van graad 4-leerders se variansie in *Wiskunde-prestasie* verklaar word deur die onafhanklike veranderlikes.

Uit die korrelasiematriks (Tabel 4.64) blyk dit dat *Studiehouding en Studiegewoontes* negatiewe korrelasies met WW(P) en BW(P) (Wiskunde-prestasie) toon, wat daarop dui dat goeie *Studiehouding en Studiegewoontes* dui op beter prestasie in Wiskunde of *Wiskunde-woordeskat* en omgekeerd.

Studiegewoontes se positiewe β-waarde, dui hier op 'n teenoorgestelde verband as wat in die korrelasiematriks bevind is (Tabel 4.64). *Studiegewoontes* kan as 'n onderdrukker (*surpressor)*-veranderlike beskou word, aangesien die β-waarde positief is en op 'n teenoorgestelde korrelasie dui as in die korrelasiematriks (*Studiegewoontes* met prestasie in BW(P)) dui (Cohen & Cohen, 1975). Die klein β-waarde (0.13) dui egter daarop dat *Studiegewoontes* die minste bydrae lewer addisioneel tot ander voorspellers van prestasie in Wiskunde.

Tabel 4.66 Opsomming van die stapsgewyse regressie van die SOW(P) en die WW(P) om prestasie in Wiskunde vir graad 4-leerders te voorspel

Veranderlike	Stap +in/-uit	Meer-voudige R-kwadraat	R-kwadraat veranderin g	F	p-vlak	Semi-parsiële korrelasie	f^2
Wiskunde-woordeskat	1	.09	.09	15379.4	.00	.3	.07
Studie-houding	2	.13	.04	6235.5	.00	-.2	.03
Wiskunde-angs	3	.15	.02	3542.9	.00	.2	.02
Studie-gewoontes	4	.16	.01	2234.3	.00	.06	.004

Tabel 4.66 dui daarop dat *Wiskunde-woordeskat* die belangrikste en *Studiehouding jeens Wiskunde* die tweede belangrikste voorspeller van variansie in Wiskunde-prestasie by graad 4-leerders is. Verder dui die effekgroottes (f^2) daarop dat die SOW(P) se faktore sowel as WW(P) in praktiese terme klein is en baie min of geen sigbare bydrae lewer tot die voorspelling van regressie, aangesien al die effekgroottes kleiner is as 0.15 (Steyn, 2005).

4.9.4 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om prestasie in Wiskunde vir graad 5-leerders te voorspel

Tabel 4.67 Interkorrelasie van die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) vir graad 5-leerders

Veranderlike	*Wiskunde-angs*	Studie-houding	Studie-gewoontes	Wiskunde-woordeskat	Basiese Wiskunde
Wiskunde-angs	1.00				
Studiehouding	-.2	1.0			
Studiegewoontes	-.2	**.5**	1.0		
Wiskunde-woordeskat	**.3**	-.03	.08	1.00	
Basiese Wiskunde	**.3**	-.2	-.04	**.3**	1.00

Uit Tabel 4.67 blyk dit dat daar vir graad 5-leerders:

- sigbare positiewe korrelasies bestaan tussen *Wiskunde-angs* en prestasie in WW(P) en BW(P), wat daarop dui dat leerders wat minder angs beleef sigbaar beter presteer in WW(P) en BW(P);

- 'n groot positiewe korrelasie is tussen *Studiehouding en Studiegewoontes,* wat beteken dat leerders wat beter *Studiehouding jeens Wiskunde* toon ook in die praktyk beter *Studiegewoontes in Wiskunde* toon; en

- 'n medium positiewe korrelasie is tussen BW(P) en WW(P), wat beteken dat leerders wat in WW(P) presteer ook sigbaar in BW(P) presteer.

Tabel 4.68 Meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P), en WW(P) op die prestasie in Wiskunde vir graadv 5-leerders

Veranderlike	β	Standaard-fout van β	B	Standaard-fout B	z	p-vlak
Snypunt			.07	.05	1.3	0.190
Wiskunde-angs	.28	.002	1.79	.02	111.6	.000
Wiskunde-woordeskat	.21	.002	.24	.003	84.3	.000
Studiehouding	-.07	.003	-.52	.02	-23.7	.000
Studiegewoontes	-.005	.003	-.03	.02	-1.7	.091
$R = 0.41$; $R^2 = 0.17$; Aangepaste $R^2 = 0.17$						

Uit Tabel 4.68 (onderskrif) blyk dit vir die graad 5-leerders dat die persentasie variansie in Wiskunde-prestasie wat verklaar word deur SOW(P) se faktore en WW(P) 'n sigbare 17% is. Die β-waarde vir *Wiskunde-angs* is 0.28 en vir *Wiskunde-woordeskat* 0.21, terwyl die β-waardes vir *Studiehouding en Studiegewoontes* baie klein en negatief is, onderskeidelik -0.07 en -0.005.

Tabel 4.69 Opsomming van die stapsgewyse regressie van die SOW(P) en die WW(P) op prestasie in Wiskunde vir graad 5-leerders

Veranderlike	Stap +in/-uit	Meer-voudige R-kwadraat	R-kwadraat verandering	F	p-vlak	Semi-parsiële korrelasie	f^2
Wiskunde-angs	1	.12	.1	20021.3	.000	.26	.07
Wiskunde-woordeskat	2	.16	.04	7835.5	.000	.20	.04
Studie-houding	3	.17	.005	819.6	.000	-.06	.003
Studie-gewoontes	4	.17	.00002	2.9	.000	-.005	.00003

Tabel 4.69 bring aan die lig dat:

- *Wiskunde-angs* die belangrikste en *Wiskunde-woordeskat* die tweede belangrikste voorspellers van Wiskunde-prestasie is; en dit sluit aan by Maree en Crafford (2005) se bevindings;

- die effekgroottes (f^2) vir al die SOW(P) faktore, sowel as WW(P), op klein effekte dui (f^2 <0.15) (Steyn, 2005). Dit dui daarop dat klein bydraes deur hierdie onafhanklike veranderlikes tot die voorspelling van prestasie in BW(P) gelewer word.

4.9.5 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) om Wiskunde-prestasie vir graad 6 te voorspel

Tabel 4.70 Interkorrelasie van die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), vir graad 6-leerders

Veranderlike	*Wiskunde-angs*	Studie-houding	Studie-gewoontes	Wiskunde-woordeskat	Basiese Wiskunde
Wiskunde-angs	1.00				
Studie-houding	-.2	1.00			
Studie-gewoontes	-.2	**.5**	1.00		
Wiskunde-woordeskat	.2	-.2	-.04	1.00	
Basiese Wiskunde	**.3**	-.2	-.1	**.3**	1.00

Tabel 4.70 bring aan die lig dat:

- daar 'n sigbare positiewe korrelasie is tussen *Wiskunde-angs* en prestasie in BW(P) wat beteken dat leerders wat minder *Wiskunde-angs* ervaar, sigbaar beter in BW(P) presteer en omgekeerd;

- daar 'n sigbare positiewe korrelasie tussen prestasie in BW(P) en prestasie in WW(P) bestaan, wat daarop dui dat leerders wat beter in WW(P) presteer sigbaar beter in BW(P) presteer en omgekeerd;

- 'n groot, in praktiese terme, positiewe korrelasie tussen *Studiehouding en Studiegewoontes* daarop dui dat leerders wat beter *Studiegewoontes* toon in die praktyk ook 'n beter *Studiehouding jeens Wiskunde* toon en omgekeerd; en

- *Studiehouding en Studiegewoontes* negatiewe korrelasies met *Wiskunde-angs* toon, wat beteken dat leerders met minder *Wiskunde-angs* beter *Studiehouding* sowel as *Studiegewoontes* toon.

Tabel 4.71 Meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P), WW(P) op die prestasie in Wiskunde vir graad 6-leerders

Veranderlike	β	Standaard-fout van β	B	Standaard-fout B	z	p-vlak
Snypunt			.44	.06	6.8	.000
Wiskunde-woordeskat	.56	.002	.59	.002	239.1	.000
Studie-gewoontes	.15	.002	1.42	.02	61.9	.000
Studie-houding	-.09	.002	-.88	.02	-38.3	.000
Wiskunde-angs	.06	.002	.43	.02	23.1	.000
$R = 0.58$; $R^2 = 0.33$; Aangepaste $R^2 = 0.33$						

Uit tabel 4.71 blyk dit dat:

- die persentasie variansie in Wiskunde-prestasie (onderskrif van Tabel 4.71) wat deur faktore van die SOW(P) verklaar word en WW(P) vir graad 6-leerders 33% is, wat meer as vir graad 4- en 5-leerders; en
- *Studiegewoontes* in die interkorrelasiematriks (Tabel 4.70) 'n negatiewe korrelasie met BW(P) toon, terwyl die β-waarde hier (Tabel 4.71) positief is, wat beteken dat Studiegewoontes vir graad 6-leerders as 'n onderdrukker (*surpressor)*-veranderlike beskou kan word (Cohen & Cohen, 1975).

Tabel 4.72 Opsomming van die stapsgewyse regressie van die SOW(P) en die WW(P) op prestasie in Wiskunde vir graad 6-leerders

Veranderlike	Stap +in/-uit	Meer-voudige R-kwadraat	R-kwadraat verandering	F	p-vlak	Semi-parsiële korrelasie	f^2
Wiskunde-woordeskat	1	.31	.3	64503.4	.000	.52	.4
Studie-gewoontes	2	.32	.01	2099.3	.000	.13	.02
Studie-houding	3	.33	.01	1550.5	.000	-.08	.007
Wiskunde-angs	4	.33	.003	535.0	.000	.05	.003

Tabel 4.72 dui daarop dat:

- *Wiskunde-woordeskat* in die praktyk 'n betekenisvolle voorspeller (31%) van Wiskunde-prestasie vir graad 6-leerders is;

- *Studiegewoontes, Studiehouding* en *Wiskunde-angs* baie klein bydraes lewer tot die voorspelling van Wiskunde-prestasie, wat moontlik kan beteken dat die beperkte verspreiding van Wiskunde-prestasietellings dit nie moontlik maak om 'n korrelasie, sou daar een wees, raak te sien nie; en

- *Wiskunde-angs* die kleinste voorspeller van Wiskunde-prestasie by graad 6-leerders is, terwyl dit by graad 5-leerders die belangrikste, graad 7-leerders die tweede belangrikste en by graad 4-leerders die derde belangrikste voorspeller van Wiskunde-prestasie is.

4.9.6 Interkorrelasies tussen die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P), asook meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) vir graad 7-leerders te voorspel

Tabel 4.73 Interkorrelasie van die faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) vir graad 7-leerders

Veranderlike	*Wiskunde-angs*	Studie-houding	Studie-gewoontes	Wiskunde-woordeskat	Basiese Wiskunde
Wiskunde-angs	1.00				
Studie-houding	-.2	1.00			
Studie-gewoontes	**-.3**	**.4**	1.00		
Wiskunde-woordeskat	**.4**	**-.4**	-.2	1.00	
Basiese Wiskunde	.2	-.1	-.03	**.6**	1.00

Tabel 4.73 bring aan die lig dat:

- 'n groot (effekwaarde groter as 0.5) positiewe korrelasie tussen BW(P) en WW(P) daarop dui dat goeie presteerders in WW(P) ook prakties betekenisvol beter in BW(P) presteer en omgekeerd;

- *Studiegewoontes in Wiskunde* 'n medium negatiewe korrelasie toon met *Wiskunde-angs* wat beteken dat leerders met beter *Studiegewoontes* sigbaar minder angs ervaar en omgekeerd;

- 'n medium positiewe korrelasie tussen *Studiehouding en Studiegewoontes* beteken dat beter Studiegewoontes dui op 'n sigbaar beter *Studiehouding jeens Wiskunde* en omgekeerd; en

- *Studiehouding* 'n medium negatiewe korrelasie met WW(P) toon wat beteken dat leerders wat beter *Studiehouding* toon, sigbaar beter in WW(P) presteer en omgekeerd.

Tabel 4.74 Meervoudige stapsgewyse regressie van die drie faktore van die SOW(P), die WW(P) op die prestasie in Wiskunde vir graad 7-leerders

Veranderlike	β	Standaard-fout van β	B	Standaard-fout B	z	p-vlak
Snypunt			-2.2	.07	-31.0	.000
Wiskunde-woordeskat	.51	.002	.63	.002	254.2	.000
Wiskunde-angs	.23	.002	2.14	.02	101.2	.000
Studie-gewoontes	-.03	.002	-.23	.02	-11.8	.000
Studie-houding	-.02	.002	-.16	.02	-8.2	.000
$R = 0.62$; $R^2 = 0.39$; Aangepaste $R^2 = 0.39$						

Uit Tabel 4.74 blyk dit dat:

- by graad 7-leerders is die persentasie variansie in Wiskunde-prestasie wat verklaar word deur die faktore van die SOW(P) en WW(P), 39% is (onderskrif van Tabel 4.74). Dit is meer as wat in enige van die ander grade voorspel is. Dit dui daarop dat graad 7-leerders se *Studie-oriëntasie in Wiskunde* en hul *Wiskunde-woordeskat* hul Wiskunde-prestasie beter voorspel as vir die laer grade;

- *Wiskunde-woordeskat* en *Wiskunde-angs* die belangrikste bydraes lewer tot variansie in Wiskunde-prestasie met *Wiskunde-woordeskat* se β-waarde 0.51 en *Wiskunde-angs* se β-waarde 0.23; en

- *Studiehouding en Studiegewoontes* baie klein negatiewe β-waardes toon en kom ooreen met (negatiewe korrelasies)wat in die korrelasiematriks (*Studiehouding* en *Studiegewoontes* met prestasie in BW(P); Tabel 4.73) weergegee word.

Tabel 4.75 Opsomming van die stapsgewyse regressie van die SOW(P) en die WW(P) op die prestasie in Wiskunde vir graad 7-leerders

Veranderlike	Stap +in/-uit	Meer-voudige R-kwadraat	R-kwadraat veranderin g	F	p-vlak	Semi-parsiële korrelasie	f^2
Wiskunde-woordeskat	1	.33	.3	81786.6	.000	.5	**.3**
Wiskunde-angs	2	.39	.05	14649.6	.000	.20	.04
Studie-gewoontes	3	.39	.001	224.4	.000	-.02	.0005
Studie-houding	4	.39	.0002	67.4	.000	-.02	.0003

Tabel 4.75 bring aan die lig dat:

- R^2 = 0.39 (Tabel 4.74) beteken dat die variansie in Wiskunde-prestasie in praktiese terme betekenisvol verklaar kan word deur die faktore van die SOW(P) en prestasie in die WW(P). Die persentasie variansie wat verklaar word, voorsien 'n bevredigende passing van die model; en

- Wiskunde-woordeskat vir graad 7-leerders 'n medium tot groot (33%) bydrae tot die voorspelling van Wiskunde-prestasie lewer.

4.10 Samevatting

In Hoofstuk 4 is respondente se biografiese gegewens weergegee en frekwensieanalises gedoen waarna die gewigte vir beramings vir die populasie (taalgroepe) soos dit in Noordwes voorkom, bepaal is. Statistiese berekenings is op die data van die resultate van die SOW(P) uitgevoer, wat die volgende ingesluit het: eerste- en tweede-ordefaktoranalises, betroubaarheidskoëffisiënte is bereken, itemsydigheid is aan die hand van drie verskillende statistiese tegnieke ondersoek, veranderings is aan items aangebring om die kwaliteit daarvan te verbeter, drie items is weggelaat, korrelasies tussen faktore en items is bereken, waarna met strukturele vergelykingsmodelle afgesluit is.

Vervolgens het die WW(P) en BW(P) aan die beurt gekom en die statistiese berekenings wat uitgevoer is op die resultate van die data wat bekom is, sluit die volgende in: prestasie in die WW(P) en BW(P) se frekwensies, diskriminasiewaardes, faktoranalise, faktorkorrelasies,

betroubaarheid, itemsydigheid is ondersoek en aanpassings/veranderings is aan items in beide vraelyste aangebring om die kwaliteit van die vraelyste te verbeter.

'n Opsomming van die beskrywende statistiekresultate is vir die drie faktore van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) weergegee en bespreek. Hierna is normtabelle vir die onderskeie graadgroepe weergegee.

Laastens is die voorspellingsgeldigheid van die drie faktore van die SOW(P) en die WW(P) vir Wiskunde-prestasie aan die hand van statistiese tegnieke ondersoek en is die resultate geïnterpreteer.

In Hoofstuk 5 word 'n samevatting van hierdie studie weergegee en enkele aanbevelings word gedoen.

HOOFSTUK 5

Opsomming en aanbevelings

Aanpassing van die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir gebruik by intermediêre fase leerders

HOOFSTUK 1

ORIëNTERING

1.1 Agtergrond en oriëntasie

1.1.1 Internasionale navorsing oor die verband tussen studie-oriëntasie in Wiskunde en Wiskundeprestasie

1.1.2 Nasionaal: hersiening van beleidsdokumente en implementering van uitkomsgerigte onderwys

1.2 Motivering en probleemstelling

1.3 Moontlike bydrae van die onderhawige studie

1.4 Beknopte oorsig van literatuur: leer van en prestasie in Wiskunde

1.5 Gepubliseerde vraelyste en die tekortkominge daarvan

1.6 Konseptuele agtergrond en relevansie van die studie

1.7 Navorsingsdoelwitte

1.8 Etiese oorwegings

1.9 Begripsverklaring

1.10 Hoofstukindeling

HOOFSTUK 2

LITERATUURSTUDIE

2.1 Leerteorieë

2.2 Wiskunde

2.3 Studie-oriëntasie in Wiskunde

2.4 Kognitiewe en metakognitiewe faktore

2.5 Affektiewe faktore

2.6 Die rol van konatiewe faktore ten opsigte van studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde

2.7 Kruiskulturele faktore, Wiskunde-prestasie en die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde: 'n Kort oorsig

2.8 Samevatting

HOOFSTUK 3

NAVORSINGSONTWERP

3.1 Inleidende oriëntering

3.2 Aannames van die navorser

3.3 Empiriese ondersoek

3.4 Die uitbouings- en ontginningsfase

3.5 Implementeringsfase

3.6 Data-ontleding- en geldigheidsbepalingfase

3.7 Etiese oorwegings

3.8 Parameters van die studie

3.9 Voorsiene probleme

3.10 Beperkinge van hierdie studie

3.11 Samevatting

HOOFSTUK 4

RESULTATE EN INTERPRETASIE

4.1 Inleidende oriëntering

4.2 Biografiese inligting

4.3 Rasionaal vir die bepaling van gewigte om geweegde beramings vir die populasie mee te bereken

4.4 Bepaling van die die Studie-Oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) se konstrukgeldigheid

4.5 Basiese Wiskundevraelys (Primêr).

4.6 Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) of WW(P)

4.7 Opsomming van beskrywende statistiek resultate

4.8 Voorspellingsgeldigheid van SOW(P), WW(P) en BW(P)

4.9 Samevatting

HOOFSTUK 5

SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

5.1 Inleiding

5.2 Die behoefte aan voorligting in verband met leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde

5.3 Bevindings en implikasies van hierdie ondersoek

5.4 Aanbevelings

5.5 Samevattend

HOOFSTUK 5 SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

5.1 Inleiding	5.1.1 Die behoefte aan voorligting in verband met leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde 5.1.2 Probleemsentrering 5.1.3 Wat is studie-oriëntasie in Wiskunde? 5.1.4 Die aandeel van studie-oriëntasie aan prestasie in Wiskunde 5.1.5 Tegnieke vir die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde 5.1.6 Oorwegings by die ontwerp van die SOW(P), WW(P) BW(P) 5.1.7 Rasionaal (beskrywing van die faktore van die SOW(P))
5.2 Bevindings en implikasies van hierdie ondersoek	5.2.1 Standaardisering van die SOW(P) 5.2.2 Standaardisering van beide die BW(P) en WW(P 5.2.3 Prestasie van respondente in onderskeidelik die BW(P) en WW(P) 5.2.4 Vergelykende studie om die toepaslikheid van die SOW(P), BW(P) en WW(P) te bepaal Vergelykings tussen geslaggroepe Vergelykings tussen taalgroepe Vergelykings tussen graadgroepe 5.2.5 Bepaling van die SOW(P), BW(P) en WW(P) se kriteriumgeldigheid by wyse van regressie-analise
5.3 Aanbevelings	5.3.1 Optimalisering van studiegewoontes in Wiskunde 5.3.2 Hantering van leerders se Wiskunde-angsvlakke 5.3.3 Fasilitering van meer toereikende studiehoudings jeens Wiskunde 5.3.4 Stappe om Tswanasprekende leerders se milieubenadeeldheid te oorkom 5.3.5 Gebruik van die SOW(P), WW(P) en BW(P) om enkele aspekte van toetsinterpretasie in Wiskunde te bevorder 5.3.6 Gebruike van die SOW(P), BW(P) en WW(P) 5.3.7 Verdere navorsing 5.3.8 Opvolgstudies ten aansien van die SOW(P), BW(P) en WW(P)
5.4 Samevattend	

HOOFSTUK 5

Samevatting en aanbevelings

5.1 Inleiding

Voordat ek fokus op wat in hierdie hoofstuk aan bod kom, verskaf ek kortliks oorskouend 'n oorsig van die vorige hoofstukke. Hoofstuk 1 bevat 'n inleidende oriëntering rakende die onderhawige studie, waarin 'n studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders asook 'n basiese Wiskunde-vraelys en Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) in die vooruitsig gestel is. Ek het in Hoofstuk 2 die literatuurstudie wat deur my onderneem is, bondig weergegee. Hierdie literatuurstudie het veral op die volgende aspekte gefokus:

(1) enkele leerteorieë wat in die besonder op die onderrig in en aanleer van Wiskunde van toepassing is;

(2) 'n kritiese vergelyking tussen die probleemoplossingsbenadering (POB), probleemgesentreerde benadering (PSG) en probleemgerigte benadering (PBG) tot onderrig van en leer in Wiskunde;

(3) die rol wat studie-oriëntasie vervul in 'n moontlike leermodel (wat aan die vereistes wat in die NKV (Departement van Onderwys, 2002) vir die leerarea Wiskunde gestel word, voldoen);

(4) die bydrae van kognitiewe (waarby linguistiese aspekte ingesluit is) en metakognitiewe faktore tot die effektiewe leer in Wiskunde;

(5) affektiewe aspekte, in die besonder leerders se oortuigings rakende en houding jeens Wiskunde, sowel as die invloed van *Wiskunde-angs* op leerders se studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde;

(6) die begrip *konasie* is omskryf en die moontlike invloed daarvan op leerders Wiskunde-prestasie is bespreek; en laastens is

(7) kruiskulturele faktore wat in hierdie studie (en in Noordwes) 'n potensieel belangrike rol vervul, deeglik bestudeer en kortliks weergegee, verder is aspekte wat aandag vereis by kruiskulturele meting van leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde, bespreek.

Hoofstuk 3 is gewy aan die navorsingsontwerp van hierdie studie. Ek het eerstens stilgestaan by my eie aannames, vertrekpunte en paradigmatiese perspektief (by hierdie studie), wat gekulmineer het in die navorsingsmetodologie, waarna ek die empiriese

ondersoek in drie duidelik onderskeibare fases beplan het: die uitbouing en ontginningsfase het eerste aan die beurt gekom. Alle aspekte rakende die aanpassing en ontwerp van vraelyste is volledig uitgespel; die loodsstudie wat uitgevoer is, die data-analise asook die aanpassings wat aan items in die vraelyste aangebring is, is gerapporteer. Die implementerings- sowel as die data-analise- en geldigheidsbepalingsfases van die primêre studie is beplan en uiteengesit.

In Hoofstuk Vier het ek die hoofstudie se resultate weergegee en bespreek. In Hoofstuk 4 is:

(1) biografiese gegewens van respondente weergegee;

(2) die gewigte om geweegde beramings vir die populasie mee te bereken, is bepaal;

(3) die SOW(P) se konstrukgeldigheid is bepaal deur veral die uitvoer van eerste- en tweede-ordefaktoranalises; itemsydigheid en sydigheid by faktoranalise is aan die hand van statistiese tegnieke/prosesse ondersoek, veranderings is aan bepaalde items aangebring; betroubaarhede van faktore en individuele items is bereken; individuele en gemiddelde interitem-korrelasiekoëffisiënte is bereken. Dit is opgevolg deur 'n bevestigende faktoranalise aangesien drie items uit die SOW(P) se Faktor 1 weggelaat is;

(4) die BW(P) en

(5) die WW(P)

(6) is daarna deur itemanalise ondersoek: diskriminasiewaardes en betroubaarheidskoëffisiënte is bereken; itemsydigheid asook sydigheid van die faktoranalise is vasgestel en bepaalde items is verander; waarna

(7) normtabelle ten opsigte van graadgroepe weergegee is;

(8) die beskrywende statistiek van al drie die vraelyste is opsommend weergegee en bespreek; en laastens

(9) is die voorspellingsgeldigheid (kriteriumverwante geldigheid) van die drie vraelyste bepaal.

Teen die agtergrond van die kort opsommende oorsig wat so pas verskaf is, gaan ek vervolgens hierdie hoofstuk begin deur te verduidelik waarom daar 'n behoefte is aan 'n studie-oriëntasievraelys in Wiskunde, vir gebruik by graad 4- tot 7 leerders, waarna ek

kortliks die resultate van die literatuurstudie sal opsom en dan sal ek studie-oriëntasie in Wiskunde en die aandeel daarvan in Wiskunde-prestasie verduidelik. Die aanpassing van die SOW vir laerskoolleerders, asook die ontwerp van die WW(P) en BW(P), het vereis dat bepaalde kwessies oorweeg word en ek sal daarna, asook na die rasionaal van elk van die drie vraelyste, verwys. Ek sal die bevindings en implikasies van die onderhawige studie weergee en kortliks in die lig van die literatuur en vorige bevindings bespreek. Ek sluit af deur enkele aanbevelings aan die hand te doen rakende die optimalisering van leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde, asook die verbetering van hul wiskundige taalvaardigheid (en daarom hul prestasie in basiese Wiskunde). Die doel en gebruike van hierdie drie vraelyste sowel as die behoefte aan bepaalde opvolgstudies, word laastens verduidelik.

5.2 Die behoefte aan voorligting in verband met leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde

Gedurende die afgelope 15 jaar het die navorsingsfokus in Wiskunde (meer spesifiek: die fokus rakende moontlike wyses waarop Wiskunde bemeester kan word) onder meer verskuif na die invloede van sosiale, kognitiewe, konatiewe en affektiewe fasette op prestasie in Wiskunde (Martinez, 1997; Pierce, Stacey & Barkatsas, 2005). Leerders se emosies, gewoontes en houdings in Wiskunde, die manier waarop hulle hul Wiskunde-onderwyser en die onderrig van die vak beleef/ervaar, klaskameratmosfeer en huislike omstandighede, speel 'n beduidende rol in leerders se uiteindelike prestasie in Wiskunde (Maree, 1997b).

Die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (SOW) is ontwerp om Suid-Afrikaanse leerders in sekondêre skole se studie-oriëntasie in Wiskunde mee te assesseer. Die huidige studie is egter aangespoor deur die feit dat 'n soortgelyke vraelys, waarmee graad 4- tot 7-leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde geassesseer kan word, nie bestaan nie.

Indien graad 4- tot 7-leerders se Wiskunde-prestasie voorspel kan word uit hul wiskundige taalvaardigheid en hul studie-oriëntasie in Wiskunde[46], bestaan die moontlikheid dat ontoereikende studie-oriëntasie in 'n vroeë stadium van leerders se skoolloopbaan gediagnoseer en geremedieer kan word, sodat leerders moontlik beter kan presteer. Hierdie studie het gepoog om 'n eenvoudige, maar bruikbare studie-oriëntasievraelys (SOW(P)) wat oor goeie psigometriese eienskappe beskik, te ontwerp; 'n vraelys wat tegelyk met die WW(P) en BW(P)[47] ingeskakel kan word om verbande tussen bogenoemde veranderlikes en

[46] Kyk 1.9 en 2.3 vir 'n definisie van hierdie en ander tersaaklike begrippe.

[47] Die BW(P) en die WW(P) is ontwikkel sodat die kriteriumgeldigheid van die SOW(P) bepaal kan word.

Wiskunde-prestasie in die praktyk te ondersoek. Die doel met die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (SOW(P)) was dan om 'n instrument te ontwikkel waarmee leerders, onderwysers en voorligters bekend gestel kan word aan sekere basiese beginsels van effektiewe leer van Wiskunde en aan die hand waarvan hul aandag gevestig kan word op die belangrike rol van die omgewing, omstandighede en agtergrond waarin Wiskunde geleer en sukses daarin behaal word.

Ek fokus vervolgens op 'n uiters bondige opsomming van die literatuurstudie waarna ek by kwessies rakende die aanpassing van die SOW en ontwerp van die WW(P) en BW(P) sal stilstaan.

5.2.1 Opsomming van die resultate uit die literatuurstudie

Baird (1998) beskou leer as 'n integrasie van kognisie (denke), affek (gevoelens) en konatiewe aspekte (wilstrewe en wilshandelinge) en linguistiese aspekte.

5.2.1.1 Piaget en Vygotsky

Piaget (1976) meen dat verstandsontwikkeling deels afhanklik is van rypwording en wanneer 'n leerder met sy/haar wêreld (sand, water, meet, bou, ens.) eksperimenteer of dit manipuleer, ontdek hy/sy oorsaak-gevolg-verbande, of eienskappe soos volume of gewig.

Volgens Vygotsky (1978) is dialoog (taal) met ander mense onontbeerlik vir die ontwikkeling van die leerder se verstand – dit word deel van sy/haar innerlike volwassewording van die brein.

5.2.1.2 Wiskunde en taal

Leerders benodig 'n funksionele kennis van taal en die struktuur van Wiskunde ten einde Wiskunde sodanig te bemeester, dat hulle in Wiskunde kan presteer. Die volgende fasette behoort ingesluit te word by die onderrig en aanleer van Wiskunde: die vermoë om te skat, om te oordeel of die antwoorde vir probleme aanvaarbaar is al dan nie, notasies van Wiskunde, woorde (terminologie) wat in Wiskunde gebruik word, woorde wat in die werklike lewe ander betekenisse as in Wiskunde het, asook simbole wat geïmplementeer word en wat konsepte en prosesse/bewerkings in beknopte vorm voorstel.

5.2.1.3 Die kennisbasis van Wiskunde

Leerders benodig 'n stewige kennisbasis van die leerarea Wiskunde se inhoud om effektief te kan dink en redeneer in Wiskunde. Volgens Kilpatrick en Swafford (2003) bestaan die kennisbasis van Wiskunde uit die volgende onderling interaktiewe aspekte:

(1) verstaan van Wiskunde-konsepte, bewerkings en verwantskappe;

(2) vlotheid om prosesse buigbaar, akkuraat, doeltreffend en toepaslik uit te voer;

(3) strategiese bevoegdheid om Wiskunde-probleme te formuleer (taal- en leesvermoë); voor te stel en op te los; hierdie stap vereis kennis van sowel konsepte as prosesse;

(4) aanpasbare beredenering wat logiese denke, refleksie, verduideliking en verdediging van oplossings insluit; en laastens

(5) 'n produktiewe houding teenoor Wiskunde, betrokkenheid by Wiskunde-aktiwiteite, die gewoonte om Wiskunde as sinvol, nuttig en betekenisvol te beskou en oortuig te wees daarvan dat aandag, ywer en doeltreffendheid van die self belangrik is om Wiskunde te leer en daarin te presteer.

5.2.1.4 Onderwysers en hul onderrig in Wiskunde

Ten einde toereikende onderrig in die leerarea Wiskunde te kan verskaf, word onder meer van onderwysers verwag om :

- te fokus op leerders se verstaan om hulle te help om wiskundige idees te konstrueer of te herkonstrueer;
- self oor toereikende kennis rakende beginsels van en die ontwikkeling van die leerarea Wiskunde te beskik;
- leerders te verstaan asook die wyse waarop hulle Wiskunde verstaan en leer. Hulle moet dus vertroud wees met psigologiese beginsels en in staat wees om dit toe te pas op die vlak van die Wiskunde wat by die leerders se verstandsontwikkeling pas;
- onderrig- en leerstrategieë op die verstaan van probleme en vakinhoud te fokus;
- aandag te gee aan gevalle waar leerders net gedeeltelik verstaan, verkeerde oortuigings het, of naïewe weergawes van konsepte het;
- probleemoplossingstrategieë te onderrig;
- koöperatiewe leer by hul onderrig van Wiskunde in te sluit, aangesien dit fokus op die uitbreiding van en die lê van verbande tussen bestaande en nuwe kennis en tussen onthou en verstaan;
- van alle leerders – uit alle sosio-ekonomiese agtergronde – dieselfde Wiskunde-prestasie te verwag.

5.2.1.5 Die bydrae van taal en kultuur tot Wiskunde-prestasie

Taal, as die belangrikste aspek van kultuur, speel 'n belangrike rol wanneer Wiskunde aangeleer word en daarom behoort leerders:

- se taalvermoë nie beperk te wees nie;
- tuis aanmoediging en/of ondersteuning te ervaar;
- aan hul eie spesifieke kultuur blootgestel te word om sodoende hul eie unieke begrippe, idees en oortuigings te kan verstaan; en
- geleenthede te kry om betrokke by wiskundige aktiwiteite te raak.

5.2.1.6 Houding en oortuigings rakende Wiskunde

Oortuigings en houdings vorm die basis van alle gedrag en daarom is dit belangrik om te besef dat leerders:

- opgehoopte aannames, motiewe, intensies en vorige kennis na elke onderrig/leer-situasie bring, wat die gang en kwaliteit van die leer wat mag plaasvind, beïnvloed;
- die belang van Wiskunde in die 21ste eeu moet kan evalueer;
- verkieslik 'n positiewe houding teenoor die leer van Wiskunde behoort te toon;
- se verkeerde pogings as leergeleenthede beskou moet word;
- op verskillende maniere gemotiveer behoort te word; en
- 'n goeie Wiskunde-selfbeeld, selfdoeltreffendheid en selfvertroue in Wiskunde behoort te hê.

Die optrede van 'n leerder wat kies om betrokke te raak by selfregulerende leer, is proaktief en nie reaktief of uit gewoonte nie.

5.2.1.7 Die bydrae van metakognitiewe strategieë tot sukses in Wiskunde

Volgens Wagner en Sternberg (1984) behoort metakognitiewe vaardighede tydens onderrig beklemtoon te word, omdat:

- metakognitiewe kennis en vaardighede benodig word vir die effektiewe benutting van kognitiewe vermoëns;

- leerders in die algemeen aanwysings dikwels blindelings volg. Hulle het nie die gewoonte aangeleer om hulself te bevraagteken nie en hulle is ook nie bewus van hul eie denke nie. Hierdie aspek lei juis tot oneffektiewe prestasie tydens intellektuele take;

- leerders met die minste metakognitiewe vaardighede blykbaar geen idee het van wat hulle doen of waarom hulle dit doen, wanneer hulle 'n taak uitvoer nie; en

- omdat metakognitiewe kennis en vaardighede so belangrik as wat dit is, nooit in die meeste leerareas van die kurrikulum onderrig of aangeleer word nie.

5.2.1.8 Die invloed van sosio-ekonomiese agtergrond op sukses in Wiskunde

Volgens Wallace (2007) vertaal Tswanasprekendes Wiskunde uit Engels in Tswana, doen die berekening of los die probleem op, waarna hulle die antwoord terug in Engels vertaal om die vraag te beantwoord, wat beteken dat dit hulle langer neem om berekenings uit te voer of probleme op te los en dit potensieel moeiliker is om inhoud op hierdie omslagtige wyse te bemeester.

Enkele van die faktore wat potensieel negatief inwerk op die akadedmiese prestasie van leerders uit lae sosio-ekonomiese omgewings, is:

- die swak omstandighede waarin hulle leer;

- hul behoeftes (insluitend fisiese, emosionele en onderwysbehoeftes) waarin nie voorsien (kan) word nie;

- ouers met 'n lae inkomste wat weens bepaalde praktiese probleme (insluitend vervoer, lang werksure) nie by die skool betrokke kan raak nie;

- verarmde huislike omstandighede (lae sosio-ekonomiese status; fisieke oorsake soos moegheid, dwelms, algemene gebrekkige gesondheid, onder-/wanvoeding); en

- gapings in leerproses en kennis (afwesigheid van leerder of onderwyser en/of wisseling van skole).

5.3 Probleemsentrering

Wêreldwyd is 'n verskuiwing besig om plaas te vind met onderwysinstellings wat algaande verander van plekke wat 'onderrig voorsien' word tot plekke wat 'leer fasiliteer' (Barr & Tagg, 1995). Die beginsels vir die fasilitering van leer van uitkomsgerigte benadering tot onderwys, waarna Killen (*s.a.*) verwys, sluit die volgende in:

(1) onderrig fokus op leer eerder as op onderrig,

(2) leerders kan nie leer as hulle nie dink nie,

(3) denke word gefasiliteer en aangemoedig deur die proses wat geïmplementeer word om leerders by die inhoud te betrek,

(4) 'n leerarea bestaan nie in isolasie nie, maar leerders behoort leiding te ontvang om verbande met ander leerareas te trek; en

(5) onderwysers behoort die verantwoordelikheid te neem om leerders te leer hoe om te leer.

Suid-Afrikaanse leerders gee dikwels blyke van ontoereikende, oppervlakkige 'papegaaikennis' van basiese begrippe; 'n verskynsel wat moontlik dui op 'n tekort aan of agterstand ten opsigte van daardie vlak van kennis- en vaardigheidsbesit wat doeltreffende leer en probleemoplossing in Wiskunde fasiliteer (Maree & De Boer, 2003; Maree & Steyn, 2001).

5.3.1 Wat is studie-oriëntasie in Wiskunde?

Wanneer 'n leerder nie daarin slaag om 'n Wiskunde-probleem op te los as hy/sy oor die noodsaaklike kennis beskik nie, spruit mislukking dikwels voort uit die teenwoordigheid van inhiberende nie-kognitiewe en metakognitiewe faktore – affek en houding, oortuigings, kontrole en kontekstuele faktore – wat die toepaslike implementering van hierdie kennis, verhoed (Lester, Garofalo & Kroll, 1989). 'n Interafhanklike konfigurasie van hierdie faktore, soos byvoorbeeld *Wiskunde-angs*, *Studiehouding jeens Wiskunde* en *Studiegewoontes in Wiskunde*, wat Wiskunde-prestasie ondersteun of beperk, vorm 'n leerder se studie-oriëntasie (Maree, 1997a).

5.3.2 Die aandeel van studie-oriëntasie in prestasie in Wiskunde

Die Nasionale Kurrikulumverklaring graad R-9 (Skole) (Departement van Onderwys, 2002) beklemtoon baie spesifiek 'ander' faktore buiten kognitiewe faktore wat leer beïnvloed. Dit is juis hierdie 'ander' faktore wat by die definisie van "studie-oriëntasie in Wiskunde" ingesluit word.

Een van die primêre oogmerke met die ontwerp van die SOW(P), die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr), was dat die inskakeling van hierdie vraelyste inligting behoort te lewer wat van bepaalde diagnostiese waarde kan wees

sodat die vraelyste aangewend kan word as besprekingsdokumente aan die hand waarvan onderwysers "beste praktyk" in hul Wiskunde-klasse kan fasiliteer.

5.3.3 Tegnieke vir die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde

Leerders se sterk-, maar ook swakpunte in Wiskunde behoort deurlopend geëvalueer te word. Evaluering in Wiskunde behoort op vier terreine plaas te vind, te wete affektiewe, kognitiewe, linguistiese en konatiewe terrein (Maree, 1997a).

Data rakende die meting van studie-oriëntasie in Wiskunde is al voorheen versamel deur die inskakeling van individuele onderhoude, fokusgroeponderhoude, die byhou van joernale en waarneming (Pierce *et al.*, 2005). Vraelyste is en bly egter 'n standaardmetode om leerders se houdings te assesseer.

Die primêre doelwit van hierdie studie is om die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde of SOW (Maree *et al.*, 1997) aan te pas – SOW(P) – vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders.

5.3.4 Oorwegings by die ontwerp van die SOW(P), WW(P) BW(P)

(1) Enkele oorwegings by die aanpassing van die SOW na die SOW(P)

In hierdie studie is die SOW (Maree *et al.*, 1997), wat ontwikkel is vir hoërskoolleerders, aangepas sodat die stellings in die vraelys ooreenkom met graad 4- tot 7-leerders se ontwikkelingsvlak en hul leesvermoë.

Die aanpassing van die SOW het onder meer neergekom op:

- die vermindering van die tyd wat dit neem om die vraelys in te vul, deur die aantal items en velde te verminder;
- die vereenvoudiging van die stellings sodat die relatief hoë eise wat aan leerders se geletterdheidsvlakke gestel word, getemper is (deur onder meer die taalgebruik te vereenvoudig).

Die SOW(P) wat ingeskakel is vir die versameling van primêre data, het uit 41[48] stellings bestaan wat drie onderliggende faktore van studie-oriëntasie in Wiskunde insluit. Stellings se

[48] Tydens die data-analisefase van die primêre studie is vyf items – ná deeglike oorweging – weggelaat, wat beteken dat die SOW(P) in 'n opvolgstudie uit 36 items bestaan.

responskategorieë is "amper altyd", "soms" en "amper nooit". Verder is die SOW(P) uit Afrikaans, in Engels en Tswana vertaal vir gebruik by graad 4- tot 7-leerders in Noordwes.

(2) Oorwegings by die ontwerp van die WW(P) en BW(P)

Items in hierdie meetinstrumente is gegrond op die basiese Wiskunde en die Wiskunde-woordeskat, soos vervat in die vyf leeruitkomste vir die Leerarea Wiskunde in die Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van Onderwys, 2002) vir graadR tot 9. Hierdie vyf leeruitkomste sluit in: (i) getalle; (ii) getalpatrone; (iii) meting; (iv) vorm en ruimte; en (v) datahantering (Departement van Onderwys, 2002).

Die Basiese Wiskunde- en die Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (potlood-en-papier-instrumente) is ooreenkomstig graad 4- tot 7-leerders se ontwikkelingsvlak opgestel en bestaan uit meervoudige-keusevrae wat van vyf moontlike response voorsien is en waarvan slegs een korrek is. Vrae in die Basiese Wiskunde-vraelys sluit eenvoudige basiese konsepte, kennis en/of insigte in Wiskunde in, terwyl die Wiskunde-woordeskatvraelys basiese woorde/terme wat by graad 4- tot 7-leerders vereis word, insluit.

Die BW(P) en die WW(P) is vanuit Afrikaans in Engels vertaal vir gebruik in hierdie studie.

5.3.5 Rasionaal (beskrywing van die faktore van die SOW(P))

Soos uit paragraaf 4.4 (Tabel 4.18) blyk, is in die geval van die SOW(P) drie velde (faktore) geïdentifiseer naamlik *Wiskunde-angs*, *Studiehouding jeens Wiskunde* en *Studiegewoontes in Wiskunde* vir graad 4- tot 7-leerders . Die drie velde (faktore) word vervolgens beskryf.

(1) *Wiskunde-angs*

Beskrywing en rasionaal: hierdie veld bestaan uit 17 items. Die begrip *Wiskunde-angs* verwys na negatiewe gevoelens of teensin rakende Wiskunde, of selfs vrees vir Wiskunde wat manifesteer in die volgende gedrag of gevoelens:

- die vermyding van mislukking;
- 'n negatiewe belewing van die Wiskunde-klas;
- 'n passiewe angs teenoor die onderwyser;
- vermyding van die doen van somme;
- gebrek aan Wiskunde-selfvertroue;
- angs wat deur onbekendheid van taal en moeilikheidsgraad van somme ontstaan; en

- 'n probleem om aandag te gee.

(2) *Studiehouding jeens Wiskunde*

Beskrywing en rasionaal: hierdie veld bestaan uit agt items en verwys na die leerder se:

- selfdoeltreffendheidservaring in die Wiskunde-klas;
- Wiskunde-selfbeeld of positiewe houding jeens Wiskunde;
- persoonlike voorkeure rakende Wiskunde; asook
- houding teenoor die leer van Wiskunde.

(3) *Studiegewoontes in Wiskunde*

Beskrywing en rasionaal: hierdie veld bestaan uit 11 items en verwys na leerders se:

- hulpsoekstrategieë;
- selfvertroue;
- deelname aan groepwerk;
- belangstelling in Wiskunde; en
- betrokkenheid by Wiskunde.

(4) Studie-oriëntasie in Wiskunde

Die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (Primêr) (36 items) sluit al drie die voorgenoemde velde in en verskaf 'n maatstaf vir graad 4- tot 7-leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde.

(5) Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) of BW(P)

Die Basiese Wiskunde-vraelys (Primêr) bestaan uit 15 items wat ten doel het om leerders se kognitiewe vaardigheid en kennis te bepaal (prestasie in Wiskunde), en is in hierdie studie as prestasie in Wiskunde geïmplementeer. Die BW(P) sluit die volgende vrae in: nege vrae oore getalle; een oor getalpatrone; drie oor meting, een oor vorm en ruimte en een oor datahantering.

(6) Wiskunde-woordeskat (Primêr) of WW(P)

Die doel van die aparte Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) is om deur middel van die 12 items te bepaal of leerders oor 'n toereikende basiese woordeskat (taalvaardigheid) in Wiskunde beskik. Die WW(P) sluit die volgende vrae in: agt vrae rakende getalle, een rakende getalpatrone, twee rakende meting en een rakende vorm en ruimte.

5.4 Bevindings en implikasies van hierdie ondersoek

5.4.1 Standaardisering van die SOW(P)

Die primêre navorsingsvraag in hierdie studie is:

Kan die SOW aangepas en gestandaardiseer word ten einde 'n vraelys, die SOW(P) (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) daar te stel waarmee die studie-oriëntasie in Wiskunde van verskillende kategorieë leerders in graad 4 tot 7 in Noordwes vasgestel kan word?

Ten einde hierdie vraag te kan beantwoord, is verskeie stappe in die onderhawige studie gedoen om die SOW (Maree *et al.*, 1997a) aan te pas en die SOW(P) psigometries te evalueer, insluitend:

- 'n Literatuurstudie is onderneem en bestaande vraelyste in die literatuur, maar veral die SOW (Maree, *et al.*,1997a) is geraadpleeg;
- Deskundiges se raad is ingewin;
- Die SOW(P) is uit Afrikaans in Engels en Tswana vertaal en terugvertaal en daarna taalversorg;
- 'n Loodsstudie (n = 353) is uitgevoer (Afrikaans-, Engels- en Tswanasprekende leerders) en die data is statisties ontleed;
- Die SOW(P) (n = 1 103) is vir die hoofstudie ingeskakel by Afrikaans- Engels- en Tswanasprekendes in graad 4 tot 7 in Noordwes;
- Statistiese-ontleding van die hoofstudie se data sluit in:
    - eerste en tweede-ordefaktoranalise;
    - itemsydigheid;
    - itemsydigheid by faktoranalise;
    - individuele en gemiddelde interitem-korrelasiekoëffisiënte;
    - bevestigende faktoranalise (strukturele vergelykingsmodelle);
    - betroubaarheidskoëffisiënte vir items en faktore.

Twee items is voor die tweede-ordefaktoranalise weggelaat. Drie items is weggelaat en een item se bewoording by *Wiskunde-angs* (SOW(P) se Veld 1) is verbeter, twee items se bewoording by *Studiehouding jeens Wiskunde* (SOW(P) se Veld 2) is verander en vier items se bewoording by *Studiegewoontes in Wiskunde* (SOW(P) se Veld 3) is verander.

Die evaluering van die SOW(P) kan soos volg saamgevat word: Die SOW(P) beskik oor inhoudsgeldigheid en konstrukgeldigheid vir die drie taalgroepe gesamentlik[49] (met ander woorde, Afrikaans- Engels- en Tswanasprekendes in graad 4 tot 7 in Noordwes) terwyl die betroubaarheidskoëffisiënte as bevredigend beskou kan word vir die doel waarvoor die vraelys gebruik gaan word.

Die SOW(P) is in Afrikaans, Engels en Tswana beskikbaar.

5.4.2 Standaardisering van die BW(P) én die WW(P)

Die eerste twee sekondêre navorsingsvrae in hierdie studie is:

(a) Kan 'n basiese Wiskunde-woordeskatvraelys (Primêr) (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) tegelykertyd ontwerp word aan die hand waarvan hierdie leerders se Wiskunde-woordeskat geassesseer kan word? en

(b) Kan 'n Basiese wiskundige kennisvraelys (Primêr) (wat oor bevredigende psigometriese eienskappe beskik) tegelykertyd ontwerp word aan die hand waarvan hierdie leerders se wiskundige kennis geassesseer kan word?

Hierdie twee navorsingsvrae gaan gelyktydig beantwoord word, aangesien op dieselfde wyse te werk gegaan is vanaf die ontwerp van hierdie vraelyste tot die wyse waarop die resultate verkry is. Verskeie stappe is in die onderhawige studie gevolg om die WW(P) en BW(P) psigometries te evalueer.

- Stappe wat gevolg is om konstrukgeldigheid vir die drie taalgroepe gesamentlik te verseker, sluit die volgende in:
    - dieptestudie van die NKV (Departement van Onderwys, 2002) se vyf leeruitkomste en assesseringskriteria van die leerarea Wiskunde, vir graad 4 tot 7;

[49] Telkens as in hierdie hoofstuk verwys word na 'die drie taalgroepe' of die 'drie taalgroepe gesamentlik' word daar verwys na die populasie waaruit die steekproef getrek is, naamlik Afrikaans-, Engels- en Tswanasprekende leerders in graad 4 tot 7 in Noordwes.

- deskundiges se raad is ingewin;
- vertaling en terugvertaling (Afrikaans in Engels) en taalversorging;
- 'n loodsstudie (n = 353) is uitgevoer (Afrikaans-, Engels- en Tswanasprekende leerders) en data is statisties ontleed;
- inskakeling van die vraelyste vir die hoofstudie by graad 4- tot 7-leerders in Noordwes wat Afrikaans-, Engels- en Tswanasprekend is (n = 1 103);
- Statistiese ontleding van die data sluit in:
  - faktoranalise;
  - diskriminasiewaardes;
  - itemsydigheid en sydigheid van die instrumente; en
  - itemontleding.

- Betroubaarheidskoëffisiënte vir die BW(P) en die WW(P) kan as hoogs bevredigend beskou word vir die doel waarvoor die vraelyste gebruik sal word.

Daar is aan ses items in BW(P) en vyf items in die WW(P) verander (verbeter). Geen item(s) is weggelaat nie.

Gevolgtrekking:

- Die BW(P) sowel as die WW(P) beskik oor inhoudsgeldigheid.
- Die BW(P) en WW(P) beskik oor konstrukgeldigheid vir die drie taalgroepe gesamentlik, (m.a.w. Afrikaans-, Engels- en Tswanasprekendes in graad 4 tot 7 in Noordwes).

Die BW(P) asook die WW(P) is in Afrikaans en Engels beskikbaar.

5.4.3 Prestasie van respondente in onderskeidelik die BW(P) en WW(P)

Dit wil voorkom of die Wiskunde-prestasie en Wiskunde-woordeskat van die respondente in my studie ontoereikend is aangesien hul gemiddelde persentasie in die BW(P) 29% en in die WW(P) 30% is.

Chisholm (2004) rapporteer die volgende rakende die kwaliteit van primêre skole in Suid-Afrika:

> *Despite these improved matric results, there is a body of evidence to show that quality in the majority of primary schools remains poor* (Chisholm, 2004:5).

Bevindings in my studie blyk in 'n mate ooreen te stem met ander soortgelyke studies, soos die sistemiese evaluering van graad 3- en 6-leerders onderskeidelik in 2001 en 2004. Tydens die eerste sistemiese evaluasie van leerders se vaardighede rakende Engels, Wiskunde en Wetenskap in 2001 het graad 3-leerders nasionaal gemiddeld 30% behaal in Wiskunde (Department of Education, 2002) en in die opvolgevaluasie in 2004 het graad 6-leerders (2001 se graad 3-leerders) nasionaal gemiddeld 27% behaal, terwyl die gemiddeld wat deur Noordwes se graad 6-leerders behaal het 24% is (North West Education Department, 2006).

Volgens die sistemiese evaluasie van graad 6-leerders in Noordwes (North West Departement of Education, 2006) het die meerderheid graad 6-leerders (88%) nie die verwagte assesseringstandaarde in die leeruitkomste van die leerarea Wiskunde bereik nie. Dit het soos in my studie, ernstige implikasies uitgewys vir onderwysers wat hierdie leerders in die volgende grade onderrig.

In 'n verslag, wat in Augustus 2007 gepubliseer is, waarin toppresteerders uit verskillende taalgroepe (oor 'n tydperk van vier jaar, naamlik van 2003 tot 2006) met mekaar vergelyk is ten opsigte van hul vaardigheidsvlakke in Engels en gesyferdheid, is bevind dat by graad 4- tot 7-leerders 4% Engels-, 1% Afrikaans- en 34% Afrikataalsprekendes nie funksioneel syfergeletterd is nie (Hough & Horne Konsultante, 2007). Die bevinding in my studie, naamlik dat veral die Tswanasprekende leerders swak presteer het in Wiskunde en Wiskunde-woordeskat blyk in 'n mate ooreen te stem met wat Hough en Horne Konsultante in hul studie bevind het by Afrikataalsprekendes. Die gebrekkige syfervaardighede uit die voorgenoemde studie blyk eweneens by die resultate van my eie studie aan te sluit.

Hierdie bewyse van agteruitgang in spesifiek die leerarea Wiskunde beteken moontlik dat die uitkomsgerigte onderrigbenadering nie die verwagte resultate oplewer nie.

Die swak prestasie van al die leerders in Wiskunde het verder in 'n bepaalde mate beperkings op hierdie studie geplaas: verbande wat *Studiegewoontes in Wiskunde* moontlik met prestasie in Wiskunde kon hê, kon weens die beperkte variasiewydte in Wiskunde-prestasie, waarskynlik nie waargeneem kon word nie (kyk 4.9.3).

5.4.4 Vergelykende studie om die toepaslikheid van die SOW(P), BW(P) en WW(P) te bepaal

Die derde sekondêre navorsingsvraag in hierdie studie is:

(c) Hoe sien 'n vergelyking tussen die prestasies van onderskeie taal-, geslag- en graadgroepe in bogenoemde vraelyste daar uit?

Vervolgens word hierdie navorsingsvraag beantwoord wanneer die resultate wat uit die data verkry is, afsonderlik vir die geslag-, taal en graadgroepe opsommend weergegee, bespreek en met bevindings uit die literatuur vergelyk word.

5.4.4.1 Vergelykings tussen geslaggroepe

Vir die 538 manlike en 555 vroulike respondente in hierdie studie is geen betekenisvolle verskille ten opsigte van geslag by graad 4- tot 7-leerders by die SOW(P) se drie velde, BW(P) of WW(P) gevind nie. Die bevinding in my studie stem kennelik ooreen met die sistemiese evaluasie van graad 6-leerders in syfervaardigheid in Mei 2004, waarin ook geen betekenisvolle verskille tussen geslagte by die prestasie in syfervaardigheid bevind is nie (North West Education Departement, 2006).

Ander studies wat, soos in my studie, geen verskille bevind het in Wiskunde-prestasie ten opsigte van geslag in die primêre skool nie, is dié van Fennema, Carpenter, Jacobs, Franke, en Levi (1998) en Hyde, Fennema en Lamon (1990).

5.4.4.2 Vergelykings tussen taalgroepe

Die gemiddeldes en standaardafwykings vir die drie velde van die SOW(P), die BW(P) en WW(P) wat in hierdie betrokke studie verkry is, dui aan dat:

- Tswanasprekendes in die praktyk meer *Wiskunde-angs* as Afrikaans- en Engelssprekendes in praktiese terme ervaar, moontlik weens die feit dat hulle die inhoud of onderrigtaal nie verstaan nie en/of dat hulle meer mislukkings as suksesse ervaar, wat 'n swak selfbeeld tot gevolg het;

- Prestasie in die velde *Studiehouding jeens* en *Studiegewoontes in Wiskunde* by die drie taalgroepe (soos voorheen aangedui: slegs leerders uit die populasie waaruit die steekproef vir die onderhawige studie getrek is) nie betekenisvol verskil nie, moontlik omdat leerders nog nie goeie studiegewoontes benodig of aangeleer het nie en hul houdings jeens Wiskunde moontlik nog nie in die UGO-klaskameromgewing uitgedaag is nie;

- Tswanasprekendes in die studiepopulasie in die praktyk swakker presteer in die BW(P) én die WW(P) as Afrikaans- en Engelssprekendes. Tswanasprekendes in my ondersoekomgewing se swak maatskaplik-ekonomiese situasie, insluitend gebrek aan leesstof, ouers wat oor die algemeen 'n lae opvoedingspeil het, onder- of wanvoeding, onbetrokkenheid van ouers by kinders weens hul werksituasies, of blootstelling aan geweld, dra potensieel by tot swak Wiskunde-prestasie.

Die belangrike rol wat taal in die uitdrukking, ontwikkeling en beredenering in Wiskunde speel, blyk veral duidelik uit die NKV (Departement van Onderwys, 2003) vir die leerarea Wiskunde wat werkwoorde as deel van die unieke kenmerke en omvang van die leer in en onderrig van Wiskunde insluit, byvoorbeeld:

> *Werk met getalle: data, ruimte en vorm: ... interpretering, vergelyking en kontrastering, ...;*
>
> *Probleemoplossing: begrip van die probleem, ontleding en sintetisering van 'n probleem, ... geldigheidsbepaling en interpretasie van oplossings wat gepas binne die konteks is;*
>
> *Ondersoek van patrone en verwantskappe: beskrywing, ... gevolgtrekking, ... veralgemening, voorspelling, weerlegging, verduideliking, ...regverdiging en voorstelling* (Departement van Onderwys, 2002:5).

Setati (2002a) wys daarop dat die meeste leerders in Suid-Afrika, Wiskunde onderrig ontvang deur middel van 'n ander taal as hul huistaal – gewoonlik Engels. Dit beteken dat klaskamerkommunikasie, wat 'n interaksie is tussen (i) gewone Engels en wiskundige Engels; (ii) formele en informele Wiskunde-taal; (iii) besprekings rakende konsepte en prosesse; en (iv) die leerder se huistaal en die taal waarin onderrig word, effektief bestuur moet word. Die outeur voeg by dat wanneer van die informele gesproke na die formele geskrewe taal oorgeskakel word sake gekompliseer word deur die feit dat die informele gesproke taal nie die onderrigtaal is nie (Setati & Adler, 2001; Setati 2002b). Hierdie bespreking rakende die kwessies waarop Setati (2002b) die aandag fokus, bring die komplekse rol wat taal in die onderrig in en die aanleer van Wiskunde vervul, aan die lig.

As in ag geneem word dat 68% van graad 6-leerders in Noordwes wat deel was van die sistemiese evaluasie in 2004 nie die assesseringstandaarde in die leeruitkomste van hul onderrigtaal (LOLT) bereik het nie en dat 'n verdere 11% dit slegs gedeeltelik bereik het (North West Education Department, 2006), word dit duideliker waarom Tswanasprekende leerders ontoereikend in Wiskunde presteer.

Volgens Maree en Erasmus (2003) is dit nie net die leerder se vaardigheid in sy/haar tweede taal of taal waarin onderrig ontvang word wat die kwaliteit van leer beïnvloed nie, maar ook

sy/haar vaardigheid in sy/haar huistaal. Hierdie outeurs bevind in 'n studie ook dat daar 'n "verband blyk te wees tussen Tswanasprekendes se ontoereikende taalbesit en 'n onvermoë om in Wiskunde te presteer" (Maree & Erasmus, 2003:32). Aansluitend hierby, het navorsers soos Secada (1992) en Silby (2000) ook bevind dat die vlak van vaardigheid van 'n leerder in sy/haar tweede taal 'n belangrike rol in sy/haar kognisie in die algemeen vervul en dit kan potensieel aansluit by die bevindings van my studie as in die besonder ook na kognisie in Wiskunde, verwys kan word.

Blaine (Business Day, 2007) haal Howie soos volg in Business Day aan:

> *In SA, reading problems tend to be masked by language proficiency issues ... although English is used as a main language of teaching in South African schools, poor literacy results cannot be solely attributed to second-language instruction as teachers and learners are struggling with literacy in the African languages as well as English* (Business Day, 26 June 2007).

Howie, volgens Blaine (Business Day, 2007) voeg by dat verdere navorsing in hierdie verband uitgevoer is:

> *We don't have (academically) publishable evidence yet ... but from what we've seen the (pupils) do no better in their own language (than they do in English), and that's rather depressing* (Business Day, 26 June 2007).

Howie meen dat 'n toereikende leesvermoë nie 'n waarborg vir akademiese sukses is nie, maar dat 'n onvermoë om te lees of 'n swak leesvermoë waarskynlik akademiese prestasie benadeel (Business Day, 26 June 2007) .

Dit blyk dan ook uit die onderhawige studie se bevindings dat Tswanasprekende leerders hoër *Wiskunde-angs*vlakke as hul Afrikaans-en Engelssprekende eweknie ervaar. Die redes hiervoor hou potensieel verband met die onderrigtaal, wat nie die leerders se huistaal is nie. Die rede vir meer *Wiskunde-angs* wat ervaar word, kan in 'n bepaalde mate spruit uit redes wat die volgende navorsers uitlig:

- Zopp (1999) het bevind dat 'n tekort aan ondersteuning *Wiskunde-angs* tot gevolg het;
    - dit is moontlik dat Tswanasprekende leerders in hierdie studie meer ondersteuning van ouers en onderwysers rakende Wiskunde en die onderrigtaal nodig het;
- Fiore (1999) het bevind dat ouers en onderwysers wat self *Wiskunde-angs* ervaar, dit aan leerders oordra;

- dit is moontlik dat van die Tswanasprekende leerders in hierdie studie, ouers en/of onderwysers het wat *Wiskunde-angs* ervaar en wat dit aan leerders oorgedra het;

- Jackson en Leffingwell (1999) het bevind dat opmerkings soos '*Jy behoort dit te weet*' of '*As jy jou handboek lees, sal jy verstaan*' *Wiskunde-angs* tot gevolg het;

  - dit is moontlik dat daar onderwysers is wat soortgelyke opmerkings teenoor die Tswanasprekende leerders in hierdie studie gemaak het en dat dié opmerkings negatief ervaar is en hul *Wiskunde-angs* verhoog het;

- Dodd (1999) het bevind dat 'n tekort aan, of afwesigheid van Wiskunde-selfvertroue *Wiskunde-angs* kan verhoog.

  - dit is moontlik dat daar Tswanasprekende leerders in hierdie studie is wie se *Wiskunde-angs* verhoog hetweens 'n tekort aan Wiskunde-selfvertroue.

As 'n slotopmerking rakende die potensiele verskille tussen die verskillende taalgroepe, word aangesluit by Maree (1997b) wat daarop wys dat die milieubenadeeldheid van Tswanasprekende leerders in Noordwes klaarblyklik daartoe bydra dat hulle op kognitiewe vlak later as hul Afrikaans- en Engelssprekende eweknie ontwikkel. Hy beklemtoon

> *dat hierdie agterstand na alle waarskynlikheid nie die resultaat van 'genetiese verskille' tussen die moedertaalgroepe is nie, maar eerder toegeskryf behoort te word aan die negatiewe uitwerking van milieubenadeeldheid (*Maree, 1997a:288*).*

5.4.4.3 Vergelykings tussen graadgroepe

Die aantal respondente per graadgroep het van 267 tot 289 gewissel, wat beteken dat daar naastenby ewe veel leerders uit elke graadgroep in hierdie studie teenwoordig is.

Die gemiddeldes en standaardafwykings en effekgroottes vir die drie velde van die SOW(P), die BW(P) en die WW(P) wat in hierdie studie verkry is, word soos volg opgesom: Dit blyk dat ouer leerders in die hoër grade

- in die praktyk minder *Wiskunde-angs* ervaar,
- in die praktyk beter presteer in die WW(P) en die BW(P) as jonger leerders in die laer grade; en
- sigbaar toereikender studiehoudings jeens Wiskunde, en studiegewoontes in Wiskunde toon.

Hierdie bevindings was te wagte, aangesien die jonger leerders, spesifiek die graad 4-leerders ses maande voor dat hierdie navorsing uitgevoer is, nog in die grondslagfase was en die graad 5-leerders een jaar langer. Dit is dus moontlik dat die jonger leerders meer *Wiskunde-angs* ervaar en minder toereikende studiehoudings jeens en studiegewoontes in Wiskunde toon as die ouer leerders weens 'nuwe' eise wat die intermediêre fase aan leerders stel. Dit is ook moontlik dat hulle nog besig is om aan te pas byvoorbeeld by onderrig in verskillende leerareas deur verskillende onderwysers, asook aanpassing by die selfstandiger werkswyse wat van hulle verwag word.

Volgens Piaget (1976) kom leer as progressiewe konstruksie van logiese strukture voor en soos wat die leerder meer ervaring opdoen, word hierdie interne voorstellings deurlopend aangepas en verfyn. Piaget het die wyse waarop 'n kind se verstand ontwikkel in vier fases ingedeel: 'n eerste sensories-motoriese fase (geboorte tot 2 jaar); 'n tweede pre-operasionele fase (2 tot 6 jaar), waartydens hulle taal verwerf en begin verstaan dat byvoorbeeld verskillende houers dieselfde inhoud kan hê; 'n derde konkreet-operasionele fase (6 tot 12 jaar), waartydens leerders verbande wat hulle ontdek, behou, maar nog nie in staat is om hul interne voorstellings deur middel van simbole voor te stel nie; en die vierde of formeel-operasionele fase (12 jaar en ouer). Wanneer leerders suksesvol deur die vorige drie fases beweeg het, is hulle gereed om simbole en logiese stelsels te kan gebruik om nuwe kennis te konstrueer. Die ouderdomme van graad 4- tot 7-leerders in hierdie studie wissel van 10 tot 14 jaar (kyk 4.1; Tabel 4.6) wat beteken dat hul ontwikkelingsvlakke moontlik wissel van pre-operasionele tot die formeel-operasionele fases. Die huidige ontwikkelingsfases van die leerders in hierdie studie varieer dus en daarom kan verwag word dat hul bemeesterings- en vaardigheidsvlakke in Wiskunde ook sal wissel.

Normtabelle is (as riglyne) vir die onderskeie graadgroepe opgestel om leerders se verstands- en vaardigheidsontwikkeling in die primêre skool in ag te neem.

5.4.5 Bepaling van die kriteriumgeldigheid van die SOW(P)) en die WW(P) by wyse van regressie-analise

Die vierde en laaste sekondêre navorsingsvraag is:

(d) In welke mate voorspel 'n kombinasie van prestasie in hierdie vraelyste (d.i. die drie velde van die SOW(P) en die WW(P)) prestasie in Wiskunde (BW(P))?

Ten einde hierdie vraag te kan beantwoord, is interkorrelasies tussen die SOW(P) se drie velde (*Wiskunde-angs*, *Studiehouding jeens Wiskunde* en *Studiegewoontes in Wiskunde*), basiese Wiskunde en Wiskunde-woordeskat bereken, asook meervoudige stapsgewyse

regressie van die SOW(P) se drie velde en prestasie in WW(P) om prestasie in die kriteriumtoets, die BW(P), te voorspel.

Die resultate dui daarop dat leerders se prestasie in Wiskunde in die praktyk voorspel kan word uit hul *Wiskunde-woordeskat, Wiskunde-angs, Studiehouding en Studiegewoontes*. Die SOW(P) en die WW(P) beskik dus oor kriteriumverwante (voorspellings-) geldigheid. Wiskunde-woordeskat (WW(P)) is die belangrikste en *Wiskunde-angs* die tweede belangrikste voorspeller vir Wiskunde-prestasie (BW(P)) vir die totale groep.

Vir die totale groep (graad 4 tot 7) word 38% van die variasie in Wiskunde-prestasie deur die vier onafhanklike veranderlikes voorspel. Voorspelling van prestasie in Wiskunde varieer vir die individuele grade: by graad 4 en 5 onderskeidelik word slegs 16 en 17% van die variasie in Wiskunde-prestasie deur *Wiskunde-woordeskat*, *Wiskunde-angs*, *Studiehouding jeens Wiskunde* en *Studiegewoontes in Wiskunde* voorspel, terwyl by graad e 6 en 7 33% van die variansie in Wiskunde-prestasie deur die onafhanklike veranderlikes voorspel word.

5.5 Aanbevelings

Die navorsingsresultate van hierdie studie het potensieel waarde vir die verbetering van die onderrig van en aanleer van Wiskunde by graad 4- tot 7-leerders in Noordwes.

Hoewel die SOW(P) nie beskou kan word as die enigste instrument wat geïmplementeer kan word om (of selfs een wat eksklusief) metakognisie te fasiliteer nie, behoort dit tog duidelik te wees dat oordeelkundige inskakeling van die instrument, by uitstek met gepaardgaande opvolging deur gesprekvoering met leerders deur onderwysers en voorligters, metakognisie in die Wiskunde-klas kan fasiliteer.

5.5.1 Optimalisering van studiegewoontes in Wiskunde

Die bevinding in my studie is dat die studiehouding van leerders uit die drie taalgroepe nie in die praktyk verskil nie en hul response wissel tussen "amper altyd" en "soms" wat beteken dat respondente moontlik van mening is dat hulle goeie studiegewoontes het. Die gemiddelde prestasie in die BW(P) van 29% vir die totale groep beteken potensieel dat dié jong leerders se studiegewoontes moontlik kan verbeter.

Onderwysers behoort deurlopend reflektief oor die effektiwiteit van hul eie onderrig te besin en dit onder die loep te neem teen

> *die verwysingsraamwerk van leerders wat daagliks gekonfronteer (word) met toenemende eise om massas inligting te verwerk en te kan toepas in 'n Suid-Afrikaanse samelewing waar die werkloosheidsyfer buitengewoon hoog is* (Maree, 2007).

Onderwysers kan aan die hand van die SOW(P), BW(P) EN WW(P) geleenthede vir leerders skep om metakognitiewe strategieë self toe te pas en te oefen. Ek stel voor dat onderwysers die volgende strategieë, wat deur Koutselini (1991) voorgestel word, implementeer om leerders te ondersteun en te begelei om bewus te word van hul eie denke en metakognitiewe vermoëns: Onderwysers behoort:

- leerders aan te moedig om hardop te dink;
- leerders se aandag te fokus op die verstaan van hul eie denke sowel as die probleem wat hulle moet oplos;
- van leerders te vereis om nie net 'n antwoord te verskaf nie, maar ook om hul denkprosesse en die strategieë wat gevolg is om die probleem op te los, te verduidelik;
- strategieë te fasiliteer wat geïmplementeer kan word om struikelblokke tydens probleemoplossing te oorkom;
- leerders aan te moedig om vrae te stel voor, tydens en ná die uitbreiding van 'n probleem;
- leerders te help om verbande, ooreenkomste en verskille raak te sien;
- leerders te bemagtig om aandag te gee aan assesseringskriteria.

5.5.2 Hantering van leerders se *Wiskunde-angs*vlakke

Die SOW(P), BW(P) en die WW(P) behoort ook aangewend te word om metakognisie te kan fasiliteer wanneer leerders hoë *Wiskunde-angs*vlakke ervaar. Leerders wat metakognitiewe strategieë (wat bemeester is na aanleiding van inskakeling en opvolging van die genoemde vraelyste) implementeer wanneer hulle Wiskunde doen, kan moontlik voel dat hulle in beheer van hul eie leer is: in beheer om te besluit wat hulle verstaan en wat hulle nie verstaan nie en dit kan hulle moontlik bemagtig om te weet *wat* om *wanneer* te doen en *hoekom* dit gedoen word.

Toepassing van en implisiete fasilitering van metakognisie om angsvlakke te fasiliteer, kan aangewend word om konseptuele verstaan van Wiskunde en wat minder memorisering en drilwerk beteken en meer outentieke Wiskunde tot gevolg het te fasiliteer. Ek stem saam met Preis en Biggs (2001) wat meen dat die implementering van selfmonitering en verduideliking (van stappe wat gevolg is om Wiskunde-somme te doen of op te los) leerders help om verantwoordelikheid vir hul eie leer te neem.

Tswanasprekende leerders sowel as die jonger leerders in my studie het meer *Wiskunde-angs* ervaar. Daarom behoort *Wiskunde-angs* (blykens die resultate van my studie) deur die inskakeling van die SOW(P) aan die hand van onder meer die SOW(P) by hierdie populasies gediagnoseer te word. Daadwerklike hulp behoort aan sulke leerders verleen te word (deur Wiskunde-onderwysers en/of voorligters/sielkundiges).

5.5.3 Fasilitering van 'n toereikender studiehouding jeens Wiskunde

Volgens Tapia en George (2004) is sukses of mislukking in Wiskunde afhanklik van persoonlike oortuigings. Ek glo dat leerders hul inset sal verhoog ooreenkomstig hul verwagtings, aangesien hul persoonlike oortuigings rakende (i) hul eie vermoëns, (ii) die belang van Wiskunde, (iii) of Wiskunde geniet kan word en (iv) die motivering om suksesvol te wees, hul verwagtings reguleer.

'n Gebrek aan selfdoeltreffendheid, iets wat potensieel negatiewe houdings by leerders teweeg bring, behoort deur die inskakeling van die SOW(P) in samehang met die BW(P) en WW(P) geïdentifiseer te word, sodat leerders betyds ondersteun kan word en hulle hulle nie tot (byvoorbeeld) vermydingstrategieë hoef te wend nie.

5.5.4 Stappe om Tswanasprekende leerders se milieubenadeeldheid te oorkom

Die Tswanasprekende leerders in my studie het swak presteer in die BW(P) (34% gemiddeld) en die WW(P) (30.5% gemiddeld) en hul *Wiskunde-angs*vlakke was prakties betekenisvol meer as dié van hul Afrikaans- en Engelssprekende eweknie. In die lig van hierdie wesentlike probleme (wat uit my studie geblyk het) verdien remediërende stappe (soos dié wat reeds in die literatuurstudie aan bod gebring is) wat moontlik kan bydra tot oorbrugging van Tswanasprekende leerders se milieubenadeeldheid, indringend aandag. Hierdie probleme wentel onder meer om die feit dat:

(i) buiten Afrikaans en Engels, nie een van die ander nege amptelike landstale in Suid-Afrika oor 'n omvattende, goedgedefinieerde vakterminologie in Wiskunde beskik nie (Setati, 2002a); en

(ii) die 'taal' van wetenskap, tegnologie en die internet wêreldwyd al hoe meer op slegs enkele tale afgespits word (Yushau & Bokhari, *s.a.).*

Tswanaleerders (wat deur middel van 'n tweede taal Wiskunde leer) se onderwysers behoort kalm, buigbaar en ondersteunend op te tree. graad 4- tot 7-leerders leer nog op 'n konkreet-operasionele vlak en daarom behoort aktiwiteite konkrete apparaat in te sluit en vergesel te word van mondelinge verduidelikings deur leerders se informele Wiskunde-taal. Wiskunde behoort vir jong kinders 'n realiteit te wees, met ander woorde deel van hul daaglikse lewe.

Een so 'n byvoorbeeld is breuke wat bekend gestel behoort te word aan die hand van bekende alledaagse probleme soos hoe 'n gesin van vyf, agt stukkies wors kan verdeel tussen die gesinslede vir 'n ete.

Tegemoetkoming van diversiteit behoort in elke Wiskunde-klaskamer voorrang te geniet. Onderwysers kan veral 'n verskil maak deur van elke leerder te verwag om na die beste van sy/haar vermoë te presteer. Ek glo dat elke leerder die reg het tot gehalte-onderrig waartydens hoër-ordedenke, betrokkenheid en kwaliteitstake, deelname en insette vereis word.

5.5.5 Aanbevelings van 'n algemene aard

Die volgende aanbevelings kan moontlik bydra tot beter Wiskunde-onderrig en -leer in die algemeen. Allereers, teen die verwysingsraamwerk van die huidige uitkomsgerigte onderrigbenadering wat as onderwysfilosofie in Suid-Afrika aanvaar is, asook die sosiaal-konstruktivistiese epistemologie wat voorrang geniet in Wiskunde-klaskamers, behoort insigverwerwing in basiese wiskundige prosesse en konsepte pertinent en aktief in primêre skoolklaskamers in Suid-Afrika gefasiliteer te word. Ek stel dus onder meer voor dat Wiskunde-onderwysers (waar nodig) heropgelei/opgelei word om hierdie ideaal (*insigverwerwing in basiese wiskundige prosesse en konsepte*) *op professionele wyse te kan* fasiliteer. Hulle kan konseptuele verstaan onder meer aanmoedig deur leerders toe te laat om informeel Wiskunde te ondersoek, te verduidelik en oor hul interpretasies en idees te redeneer. Hierdie aanbeveling sluit aan by Setati (2002a) se bevinding dat dit belangrik is dat onderwysers oor vaardigheid moet beskik om te weet dat leerders hul wiskundige idees, konsepte en taal in 'n veilige omgewing behoort te ontwikkel en wanneer en hoe leerders van die informele na formele Wiskunde gelei behoort te word.

Die verband tussen metakognisie en sukses in Wiskunde-probleemoplossing word deeglik bespreek in nasionale en internasionale literatuur (Artzt & Armour-Thomas, 1992; Cardelle-Elawer, 1995; Carr & Biddlecomb, 1998; Garofalo & Lester, 1985, Van der Walt, Maree & Ellis, 2006). Ek stel dus voor dat huidige en voornemende Wiskunde-onderwysers opgelei word om hul eie metakognitiewe vaardighede en kennis te verbeter sodat hulle die leerders kan leer om metakognitief in die Wiskunde-klas te werk te gaan (Van der Walt & Maree, 2007).

Wiskunde beskik oor 'n beperkte tegniese woordeskat waaroor alle leerders en onderwysers **moet** beskik en daarom stel ek die volgende stappe voor:

Wiskunde-onderwysers behoort dus:

- daagliks aandag te gee aan leerders se verwerwing van Wiskunde-woordeskat deur leerders te verplig om byvoorbeeld dié Wiskunde-terme/woorde wat geleer of weer gebruik word, in hul werkboeke in 'n kolom neer te skryf, in die tweede kolom die simbool of notasie daarvoor en in die laaste kolom, 'n voorbeeld, diagram, skets, verduideliking of definisie daarvan neer te skryf (aangepas uit Maree, 2005). Wanneer leerders huiswerk doen, of later voorberei vir 'n toets of eksamen oor dié werk, is die woordeskat-notasie-betekenis wat verband hou met die Wiskunde-inhoud byderhand om hersien (of daaraan herinner) te word.

- die korrekte Wiskunde-woordeskat in hul onderrig te gebruik en nie hul eie 'woordeskat-skeppings' vir wiskundige terme of simbole te gebruik nie.

Fasilitering van kreatiwiteit en probleemoplossing behoort in elke Wiskunde-klaskamer voorrang te geniet. Ek glo dat leerders wat daagliks Wiskunde leer deur eindeloos vervelige abstrakte drilwerk, met weinig sukses en geen uitdagings in sig nie, belangstelling in Wiskunde verloor. Ek stem saam met Maree, Molepo, Owen en Ehlers (2005:131) wat aanbeveel dat "onderwysers sowel as leerders ... in die basiese beginsels van die probleemgerigte benadering tot die Wiskundeonderrig" geskool behoort te word.

Wanneer leerders koöperatief werk en gesprekke deel van elke Wiskunde-les uitmaak, behoort daar van hulle verwag te word om :

- mekaar aan te moedig om nie slegs te leer nie, maar inderdaad ook (mede-) verantwoordelikheid vir mekaar se verstaan te aanvaar (in aansluiting by die siening van Johnson, Johnson & Johnson-Holubec, 1993);

- **hardop** oor-en-weer vrae te vra en vir mekaar te verduidelik waar verbande tussen bestaande en nuwe kennis lê (in aansluiting by Wittrock, 1986). Minder vaardige leerders behoort in groepverband diegene wat oor meerdere vaardighede beskik, waar te neem terwyl hulle probleme oplos en terselfdertyd toepaslik vrae te stel aan diegene wat oor meerdere vaardighede beskik.

Ek sluit my dus aan by Schoenfeld (1985) wat glo dat wanneer leerders die taal van Wiskunde hul eie maak, die uitvoer van ingewikkelde kognitiewe aktiwiteite gefasiliteer word.

Ek stel verder voor dat leer-hoe-om-te-leer in leerarea-kurrikula ingesluit behoort te word sodat dit deel van die onderrig van 'n leerarea is. Ek stem saam met Koutselini (1991) wat voorstel dat leerders onderrig behoort te word om:

- verskillende strategieë in Wiskunde te gebruik;
- hardop te dink;
- nie net 'n finale 'korrekte' antwoord te kan gee nie, maar ook die denkprosesse wat gebruik is, te kan verduidelik; en
- leerders te rig om bewus te word van hul eie metakognitiewe vaardighede.

- Verder beveel ek saam met Blakey en Spence (1990) aan dat leerders **joernale** aanhou waarin hulle:
  - reflekteer oor hul eie denke;
  - dubbelsinnighede en teenstrydighede waarmee hulle gesukkel het, neerskryf;
  - kommentaar lewer op en verduidelik wat in 'n klasbespreking aan die lig gekom het; en
  - 'n kontrolelys het om hulle te help om hulself te evalueer.

5.5.6 Gebruik van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) om enkele aspekte van toetsinterpretasie in Wiskunde te bevorder

Vervolgens word verwys na die gebruik van die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) om enkele aspekte van toetsinterpretasie in Wiskunde te bevorder. Ek haal aan uit die *Handleiding vir die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (SOW)* (Maree *et al.,* 1997a:5-6) in navolging van wat alreeds in dié verband gedoen is, ná oorleg met Maree (2007) en nadat toestemming daarvoor ontvang is. (Maree *et al.,* 1997a:5-6):

(i) As 'n diagnostiese toets

Die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) kan aan die begin van 'n akademiese jaar by leerders in graad 4[50] tot 7 *ingeskakel word, óf individueel óf in groepsverband.* Leerders *se tellings kan dan nagegaan*

[50] Leerders wat aan die begin van hul graad 4-skooljaar is, se geletterdheidsvlak of leesvaardighede mag dalk nog nie op 'n toereikende/aanvaarbare vlak wees om veral die SOW(P) in te vul nie en daarom behoort inskakeling en resultate van die vraelyste met groot omsigtigheid hanteer te word.

word om diegene wat hulp, steun, remediëring en studieleiding *nodig het, uit te ken. Die vraelyste kan te enige(r)tyd gedurende die jaar op individue of groepe toegepas word.*

(ii) Hulpverlening

Die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) gee aan voorligters en Wiskunde-onderwysers gestandaardiseerde middele *om 'n aantal belangrike agtergrondsgegewens, gevoelens, houdings, gewoontes en gebruike betreffende die leerling se akademiese oriëntasie in Wiskunde sistematies te ontleed. 'n Profiel van die* leerder *se Wiskunde-oriëntasie kan maklik saamgestel word. Interpretasie van* leerders *se response op die vraelyste en analise van die tekortkomings wat aanleiding tot swak prestasie kan gee, kan gemaak word.*

Die ontleding van die individuele antwoorde (veral daardie antwoorde waarin 'n leerder *se antwoorde betekenisvol verskil van antwoorde wat gewoonlik deur goeie presteerders in Wiskunde gegee word), kan van groot nut wees. Voorligters en Wiskunde-onderwysers kan hiermee gehelp word om aspekte van die verskillende velde van die* SOW(P) *ten aansien waarvan die* leerder *swak vaar, te gebruik by hulpverlening aan so 'n* leerder.

(iii) Studieriglyne in Wiskunde

Die SOW(P) *kan aangewend word as 'n middel om sekere basiese beginsels van doeltreffende studie in Wiskunde, asook die vername rol van studie-omstandighede, insluitend agtergrondsfaktore, in Wiskunde-prestasie, by (*leerders en*) onderwysers tuis te bring.*

(iv) Navorsing

Die bevredigende korrelasie met prestasie-toetse in Wiskunde maak die SOW(P), die WW(P) en die BW(P) geskikte meetinstrumente vir insluiting by ander skale in navorsing oor onderwys (Maree *et al.*, 1997:5-6).

5.5.7 Gebruike van die SOW(P), BW(P) en WW(P)

Daar is wel van 'n beperkte populasie in hierdie studie gebruik gemaak, naamlik Afrikaans-, Engels- en Tswanasprekende leerders in graad 4 tot 7 in Noordwes. Daar kan aanvaar word dat die SOW(P), BW(P) en WW(P) in ander provinsies, met omsigtigheid, aangewend moet word.

Die SOW(P), BW(P) en WW(P) kan potensieel 'n belangrike *rol speel in die fasilitering van die volgende aspekte van leerpotensiaaloptimalisering* (aangepas uit Maree[51], 1997a:303-305):

(i) om vroeë diagnosering en remediëring van moontlike ontoereikende studie-oriëntasie in Wiskunde en prestasie in Wiskunde-woordeskat moontlik te maak;

(ii) om leerders en onderwysers bekend te stel aan sekere basiese beginsels van effektiewe leer van Wiskunde;

(iii) om die aandag te vestig op die belangrike rol van die omgewing, omstandighede en agtergrond waarin Wiskunde geleer en sukses daarin behaal word;

(iv) om verdere navorsing te doen;

(v) verbetering van die onderrig van Wiskunde-onderwysers; en

(vi) *Terapie. Die SOW(P) verskaf aan sielkundiges 'n gestandaardiseerde middel om 'n aantal belangrike agtergrondsgegewens, gevoelens, houdings, gewoontes en gebruike betreffende leerders se akademiese oriëntasie in Wiskunde sistematies te ontleed. 'n Profiel van leerders se Wiskunde-oriëntasie kan maklik saamgestel word. Interpretasie van leerders se response op die vraelys en analise van tekortkomings wat potensieel aanleiding tot swak prestasie kan gee, kan gemaak word* (Maree, 1997a:304).

Verder is die BW(P) en WW(P) vir implementering in samehang met die SOW(P) beskikbaar om die profiel van leerders verder uit te brei na hul kennis en vaardigheid rakende Wiskunde en Wiskunde-woordeskat.

(vii) *Analise van gevoelens, gebruike en houdings as aspekte van leerders se akademiese werk. Die SOW(P) voorsien sielkundiges van 'n gestandaardiseerde toets om belangrike gevoelens, gebruike en houdings as aspekte van leerders se akademiese disposisie mee te analiseer. Die toets is primêr ontwerp vir gebruik in Wiskunde, maar dit het wyer betekenis in die sin dat verbetering in leerders se prestasie in Wiskunde potensieel kan lei tot die optimalisering van aspekte soos leerders se selfbeeld, asook hul prestasie in verwante vakke (in hoër grade – waar insig in basiese wiskundige beginsels 'n voorwaarde is vir optimale prestasie). 'n Profiel van leerders se studie-oriëntasie in Wiskunde kan maklik saamgestel word, wat weer interpretasie van hul response op die vraelys vergemaklik en tekortkomings wat aanleiding gee tot ongunstige prestasie, aan die lig bring. Wanneer daar aan leerders hulp verleen word, behoort dit sielkundiges te loon om leerders se response op individuele toetsitems noukeurig te ontleed. Ontleding van daardie gevalle waar leerders se antwoorde betekenisvol verskil van antwoorde wat gewoonlik deur goeie presteerders in Wiskunde gegee*

---

[51] Dit is in navolging van wat reeds gedoen is, ná beraadslaging met en toestemming van Maree (2007).

word, kan van groot nut wees. Sielkundiges kan hiermee in staat gestel word om aspekte van die verskillende velde van die SOW(P) ten aansien waarvan 'n leerder se prestasie ongunstig is, te gebruik by hulpverlening aan so 'n leerder (Maree, 1997:305).

5.5.8 Verdere navorsing

Die drie vraelyste naamlik die SOW(P), die BW(P) en die WW(P), kan potensieel vir verdere navorsing ingeskakel word, soos byvoorbeeld :

- om intervensieprogramme wat gegrond is op die optimalisering van metakognitiewe en kognitiewe leer te evalueer;
- om die verwantskap tussen kognitiewe vermoëns, akademiese prestasie en metakognitiewe vaardighede na te vors;
- om riglyne te ontwikkel vir die optimalisering van jong leerders se studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde; en
- *om die effektiwiteit van sielkundige terapie in gevalle waar leerders vanweë emosionele probleme nie in staat is om optimale prestasies in Wiskunde te lewer nie* (Maree, 1997a: 306) te ondersoek.

5.5.9 Opvolgstudies ten aansien van die SOW(P), BW(P) en WW(P)

Maree *et al.* (1997a:20) meld dat:

> *Die normale prosedure is om 'n tweede toepassing van 'n betrokke toets of vraelys op 'n verteenwoordigende steekproef te doen ten einde norms te bepaal.*

Beskikbaarheids- en doelgerigte steekproewe is nie-waarskynlikheidsteekproewe, wat beteken dat die navorser moet aantoon dat dit soos die populasie lyk anders is veralgemening nie moontlik nie. In hierdie studie is gepoog om skole te kies wat verteenwoordigend is van groot skole (meer as 200 leerders) in Noordwes. Weens die staking van staatsdienswerkers (Junie-Julie 2007) moes alternatiewe skole gesoek word en is daar geen skole uit streek 4 in ons studiepopulasie nie. Weens tydsbeperking kon net agt skole besoek word. Hierdie aspekte het 'n invloed op die veralgemeningswaarde van die studie.

Weens praktiese probleme is 'n tweede toepassing nie in my studie uitgevoer nie.Die data wat tydens die itemontleding ingesamel is, is ook gebruik vir die normbepaling. Ná die finale aflegging van die vraelyste is die bewoording van die items in al drie vraelyste verander en is enkele items uit die SOW(P) weggelaat. Normtabelle wat gegrond is op die resultate van hierdie studie is gepubliseer. Dit kan dus slegs as riglyne beskou word.

Daar word aanbeveel dat hierdie studie herhaal word en dat meer skole ewekansig (insluitend kleiner skole) gekies word en dat die finale standaardisering en nuwe normtabelle op grond van dié nuwe studie opgestel en gepubliseer word.

5.6 Samevattend

Twee belangrike, maar myns insiens verwaarloosde, aspekte van leer in Wiskunde-klaskamers, is:

(i) dat die onderrig van konseptuele kennis moontlik nie prakties in primêre Wiskunde-klaskamers toereikend onderrig en toegepas word nie; en

(ii) dat leer-hoe-om-te-leer nie deel van leerarea-kurrikula uitmaak nie en soos ek in 5.5 verduidelik het, kan die SOW(P) by uitstek aangewend word om leerders te bemagtig deur die ontwikkeling van hul metakognitiewe vaardighede.

Ten slotte haal ek graag Maree (2008(4):2) aan, wat in 'n oproep om artikels oor ontoereikende Wiskunde-prestasie vir publikasie in die *SA Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* uitsluitlik vra vir "bydraes waarin moontlike oplossings vir die uitdaging van ontoereikende Wiskunde-prestasie" uitgespel word. Na aanleiding van die Nasionale Onderwysdepartement se soeke na oplossings rakende die swak prestasie van Suid-Afrikaanse-leerders in Wiskunde meen Maree (2007a:1) dat

> *the departement should start making teaching an attractive career, and create programmes that targeted student at tertiary levels for special training in maths and science.*

Die aanpassing van die SOW(P), die ontwikkeling van die BW(P) en die WW(P), asook die standaardisering van dié drie instrumente, verteenwoordig dan ook my beskeie bydrae tot die oplossing van leerders in graad 4 tot 7 se studie-oriëntasie en prestasie in Wiskunde.

Ek sluit graag af met die volgende aanhaling:

Tell them and they will forget,
show them and they may remember,
involve them and they will understand.
(Confucius)

EMISA FA .

A O ARABILE DIPOTSO TSOTLHE?

TLHOLA MME O TLHOMAMISE.

EMELA GO FITLHELA O BOLELELWA GORE O DIRE ENG.

STOP HERE. DID YOU RESPOND TO ALL THE STATEMENTS?

CHECK AND SEE.

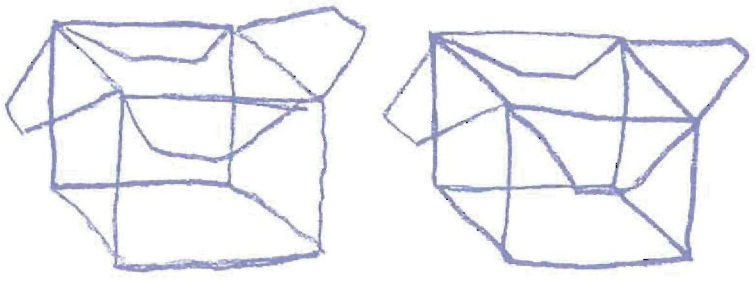
WAIT UNTIL YOU ARE TOLD WHAT TO D

STOP HIER.

HET JY AL DIE VRAE BEANTWOORD?

KONTROLEER ASSEBLIEF.

WAG TOTDAT VIR JOU GESÊ WORD WAT OM TE DOEN.



Abt, C. 1987. *Serious games*. Washington, D.C.: University Press of America.

Alexander, P.A., Schallert, D.L. & Hare, V.C. 1991. Coming to terms: how researchers in learning and literacy talk about knowledge. *Review of Educational Research*, 61: 315-343.

American Psychological Association. 2001. *Psychological abstracts*. Washington, DC: American Psychological Association.

Ames, C. 1992. Classrooms: goals, structure, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84: 261-271.

Ames, C. & Archer, J. 1987. Mothers' beliefs about the role of ability and effort in school learning. *Journal of Educational Psychology,* 79: 409-414.

Anastasi, A. 1976. *Psychological testing*. 4th ed. New York: Macmillan.

Anderson, N.J. 2002. *The role of metacognition in second language teaching and learning*. ERIC Digest. [Web:] http://www.ericdigests.org/2003-1/role.htm [Accessed: 11 Apr. 2005].

Answers.com. 2007a. [Web:] http://www.answers.com/accommodate&r=67 [Accessed: 27 Oct. 2007]

Answers.com. 2007b. [Web:] http://www.answers.com/culture&r=67 [Accessed: 27 Oct. 2007]

Ardila, A. 1995. Cross-cultural neuro-psychology. *Journal of Clinical and Experimental Psychology*, 17:143-150.

Artzt, A. & Armour-Thomas, E. 1992. Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2): 137-175.

Ashcraft, M.H. 2002. Math anxiety: personal, educational, and cognitive consequences, *Current Directions in Psychological Science*, 11(5): 181-185.

Ashcraft, M.H. & Kirk, E.P. 2001. The relationship among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology*, 130:224-237.

Bachman, L.F. 2004. *Workbook for statistical analysis for language assessment.* Cambridge: Cambridge University Press.

Bagozzi, R. 1980. *Causal models in marketing*. New York: Wiley.

Bagozzi, R. 1992. The self-regulation of attitudes, intentions, and behavior. *Social Psychology Quarterly,* 55(2): 178-204.

Baird, J.R. 1991. Individual and group reflection as a basis for teacher development. *In:* Hughes, P. ed. *Teachers' professional development.* Hawthorn, Victoria: Australian Council for Educational Research.

Baird, J.R. 1998. Promoting willingness and ability to learn: a focus on ignorance. *Reflect,* 4(1): 21-26.

Bandalos, D.L. 2002. The effects of item parcelling on goodness-of-fit and parameter estimate bias in structural equation modelling. *Structural Equation Modelling*, 9: 78-102.

Bandura, A. 1986. *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Bandura, A. 1997. *Self-efficacy: the exercise of control.* New York: Freeman.

Barnard, J.J. *s.a. Diagnostiese toetse in wiskundige taal.* Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.

Baroody, A. & Ginsburg, H. 1986. The relationship between initial meaningful and mechanical knowledge of arithmetic. *In:* J. Hiebert (ed.) *Conceptual and procedural knowledge: the case of mathematics.* Hillsdale: Erlbaum.

Barr, R.B. & Tagg, J. 1995. *From teaching to learning: a new paradigm for undergraduate education.* [Web:] http://critical.tamucc.edu/~blalock/readings/tch2learn.htm [Accessed: 26 Aug. 2003].

Barton, M.L. & Heideman, C. 2002. *Teaching reading in mathematics.* 2nd ed. Aurora, CO: Mid-Continent research for Education and Learning.

Battista, M.T. 1994. Teacher beliefs and the reform movement in mathematics education. *Phi Delta-Kappan,* 75: 462-463, 466-468.

Baumeister, R., Bratslavsky, E., Muraven, M. & Tice, D. 1998. Ego depletion: is the active self a limited resource? *Journal of Personality and Social Psychology,* 74(5): 1252-1265.

Baylor, A.L. 2002. Expanding preservice teachers' awareness of instructional planning through pedagogical agents. *Educational Technology Research and Development,* 50(2): 5-22.

Beaton, A.E., Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Gonzales, E.J., Kelly, D.L. & Smith,T.A. 1999. *Mathematics achievement in the middle school years: IEA's Third International Mathematics and Science Study – Repeated (TIMMS-R).* Boston College: Center for the Study of Testing, Evaluation and Policy.

Bernstein, I.H. & Teng, G. 1989. Factoring items and factoring scales are different: spurious evidence for multidimentionality due to item categorization. *Psychological Bulletin,* 105: 467-477.

Berry, W.D. 1993. *Understanding regression assumptions.* Sage university paper series on quantitative applications in the social sciences, 07-092. Newbury Park, CA: Sage.

Bhalla, G. & Lin, L.Y.S. 1987. Cross-cultural marketing research: a discussion of equivalence issues and measurement strategies. *Psychology & Marketing,* 4(4): 275-285.

Biggs, J. 1996. Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education,* 32: 347-364.

Birenbaum, M. & Nasser, F. 2006. Ethnic and gender differences in mathematics achievement and in dispositions towards the study of mathematics. *Learning and Instruction,* 16: 26-40.

Biryukov, P. *s.a. Metacognitive aspects of solving combinatorics problems.* Beer-Sheva, Israel: Kaye College of Education.

Blaine, S. Bussiness day. 26 June 2007. Multilingualism 'Masks deficient teaching of reading'. [Web:] http://allafrica.com/stories/printable/200706260523.html (Accessed: 10 Oct. 2007).

Blakey, E. & Spence, S. 1990. *Developing metacognition.* [Web:] http://www.ed.gov/databases/ERIC_Digests/ed327218.html [Accessed: 16 Apr. 2002].

Boocock, S.S. 1972. *An introdutcion to the sociology of learning.* Boston, MA: Houghton Mifflin.

Borasi, R. 1996. *Reconceiving mathematics instruction: a focus on errors.* Norwood, NJ: Ablex.

Borchardt, D. 1984. *Think tank theatre: decision-making applied.* Lanham, MD: University Press of America.

Borg, W.R. & Gall, M.D. 1979. *Educational research: an introduction.* 3rd ed. New York: Longman

Borkowski, J.G. 1996. Metacognition: theory or chapter heading? *Learning and Individual Differences.* 8(4): [Web:] http://web30.epnet.com/citation.asp?tb=1& [Accessed: 11 Apr. 2005].

Bransford, J.D., Brown, A.L. & Cocking, R.R. 2003. *How people learn: brain, mind, experience, and school.* Expanded ed. Washington, DC: National Academy Press.

Brislin, R.W. 1986. The wording and translation of research instruments. *In*: Lonner, J.W. & Berry, J.W. eds. *Field methods in cross-cultural research.* London: Sage.

Brown, A.L. 1987. Metacognition, executive control, self-regulation and other mysterious mechanisms. *In:* Weinert, F.E. & Kluwe, R.H. eds. *Metacognition, motivation and understanding.* Hillside, NJ: Erlbaum.

Brown, A.L., Bransford, J.D., Ferrara, R.A. & Campione, J.C. 1983. Learning, remembering, and understanding. *In:* Flavell, J.H. & Markman, E.M. eds. Mussen, P.H. (Series ed.). *Handbook of child psychology: Vol. 3. Cognitive development.* New York: Wiley.

Brown, A.L. & Palinscar, A.S. 1982. *Inducing strategic learning from texts by means of informed, self-control training.* Technical Report No. 262, pp. 1-48. Champaign, IL: University of Illinois at Urbana-Champaign.

Browne, M.W. & Cudeck, R. 1993. Single sample cross-validation indices for covariance structures. *Multivariate Behavioral Research*, 24:445-455.

Brunning, R.H., Schraw, G.J. & Ronning, R.R. 1995. *Cognitive psychology and instruction.* 2nd ed. Upper Saddleriver, NJ: Merrill/Prentice Hall.

Bryman, A. & Cramer, D. 2001. *Quantitative data analysis with SPSS Release 10 for Windows,* London: Routledge.

Butterfield, E.C. & Belmont, J.M. 1977. Assessing and improving the executive cognitive functions of mentally retarded people. *In:* Bialer, I. & Sternlicht, M. eds. *Psychological issues in mental retardation.* New York: Psychological Dimensions.

Bybel. 1983. *Die Bybel*: nuwe vertaling. Kaapstad: Bybelgenootskap van Suid-Afrika.

Byrd, P.A. 1982. *A descriptive study of mathematics anxiety: its nature and antecedants.* Unpublished doctoral thesis. Indiana University: Bloomington.

Byrnes, J.P. 1996. *Cognitive development and learning in instructional contexts.* Boston: Allyn & Bacon.

Cardelle-Elawer, M. 1990. Feedback tailored to students' individual needs in mathematics word problems. *Elementary School Journal,* 91(2): 165-175.

Cardelle-Elawer, M. 1995. Effects of metacognitive instruction on low achievers in mathematics problems. *Teaching and Teacher Education*, 11(1): 81-95.

Carr, M. & Biddlecomb, B. 1998. Metacognition in mathematics: from a constructivist perspective. *In:* Hacker, D.J., Dunlosky, J. & Graeser, A.C. eds. *Metacognition in educational theory and practice.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Carraher, T. N., Carraher, D. W. & Schliemann, A. D. 1985. Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3: 21-29

Cattell, R.B. 1966. The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1: 245-276.

Cattell, R.B. & Burdsal, C.A. 1975. The radial parcel double factor design: a solution to the item-versus-parcel controversey. *Multivariate Behavioral Research*, 10: 165-179.

Chan, W., Ho, R.M., Leung, K., Cha, D.K-S. & Yung, Y-F. 1999. An alternative method for evaluating congruense coefficients with Procrustes rotation: a bootstrap procedure. *Psychological Methods*, 4: 378-402.

Chapman, E. 2003. Development and validation of a brief attitude scale for primary-aged students. *Journal of Educational Enquiry*, 4(2):1-15 [Web:] www.literacy.unisa.edu.au/jee/Pa.. [Accessed: 22 Apr. 2006].

Chase, W.G. & Simon, H.A. 1973. Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 1: 33-81.

Chi, M.T.H., Feltovich, P.J. & Glaser, R. 1981. Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Sciences,* 5: 121-152.

Child, D. 1970. *The essentials of factor analysis.* London: Holt, Rinehart & Winston.

Chisholm, L. 2004. *The quality of primary education in South Africa.* [Web:] http://ncert.nic.in/sites/unesco/Chisholm,%South%20Africa,%2013%20April.doc Accessed: 12 Oct. 2007).

Christensen, C.R. & Hansen, A.J. 1987. *Teaching and the case method.* Boston, Mass.: Harvard Business School.

Christenson, S.L. 1995. Families and schools: what is the role of the school psychologist? *School Psychology Quarterly*, 10: 118-132.

Clark, L.A. & Watson, D. 1995. Constructing validity: basic issues in objective scale development. *Psychological Assessment*, 7(3): 309-319.

Clark, L.A., Watson, D. & Reynolds, S. 1995. Diagnosis and classification in psycopathology: challenges to the current system and future directions. *Annual Review of Psychology,* 46:121-153.

Clarkson, P.C. 2003. *Australian bilingual students and mathematics. Paper presented at Group 10 (Teaching and learning mathematics in multilicultural classrooms)* CERME 3: Third conference of the European Society for Research in Mathematics Education, 28 Febr - 3 Mrt, 2003, Bellaria, Italy, 2003.

Cobb, P. 1994. *Theories of mathematical learning and constructivism: a personal view.* Paper presented at the Symposium on Trends and Perspectives in Mathematics Education. Institute for Mathematics, University of Klagenfurt, Austria, 1994.

Cobb, P., Wood, T., Yackel, E. & Perlwitz, M. 1992. A follow-up assessment of a second-grade problem centred mathematics project. *Educational Studies in Mathematics*, 23(5): 483-504.

Cobb, P. & Yackel, E. 1998. A constructive perspective on the culture of the mathematics classroom. *In*: Seeger, F., Voigt, J. & Waschescio, U. eds. *The culture of the mathematics classroom.* Cambridge: Cambridge University Press.

Cobb, P., Yachel, E. & Wood, T. 1992. A constructivist alternative to the representational view of mind in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23: 2-33.

Cockcroft, W.H. (ed.) 1982. *Mathematics Counts. Report of the Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools.* London: Her Majesty's Stationery Office.

Cohen, A. 1994. *The processing of a foreign-language reading tasks in immersion classrooms.* Minnesota: University of Minnesota. (EDRS document Reproduction Service No. ED 372621).

Cohen, J. & Cohen, P. 1975. *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Cohen, J. 1988. *Statistical power analysis.* 2nd ed. New York: Academic Press.

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. 2000. *Research methods in education.* 5th ed. London: Routledge.

Comrey, A.L. 1988. Factor analytic methods of scale development in personality and clinical psychology. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56: 754-761.

Comrey, A.L. & Lee, H.B. 1992. *A first course in factor analysis.* 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Corno, L. 1989. Self-regulated learning: A volitional analysis. *In:* Zimmerman, J. & Schunk, D. (eds.), Self-regulated learning and academic achievement: theory, research and practice. New York: Springer-Verlag.

Costa, A. ed. 1985. Developing minds: a resource book for teaching thinking. *Association for curriculum and Supervision.* Arlington, VA, ED 262.

Cotton, K. 1991. *Teaching thinking skills.* School Improvement Research Series (SIRS) NW Regional Educational Laboratory. [Web:] http://www.nwrel.org/scpd/sirs/6/cu11.html [Accessed: 9 Nov. 2004].

Creswell, J.D. 2003. *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches. 2nd ed.* California: Sage Publications.

Cronbach, L.J. & Meehl, P.C. 1955. Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52: 281-302.

Cross, K.P. & Steadman, M.H. 1996. *Classroom research: implementing the scholarship of teaching.* San Francisco: Jossey-Bass.

Crowther, J. 1995. *Oxford advanced learner's dictionary.* 5th ed. London: Oxford University Press.

Cudeck, R. & Claassen, N.C.W. 1983. Structural equivalence of intelligence test for two language groups. *South African Journal of Psychology*, 13: 1-5.

Curran, H.V. 1988. Relative Universals: perspectives on culture and cognition. *In:* Claxton, G. ed. *Growth points in cognition.* London: Routledge.

Damasio, A.R. 1994. Descartes error: emotion, reason, and the human brain. NY: G.P. Putnam Sons.

De Bruin, G.P. 2004. Problems with the factor analysis of items: solutions based on item response theory and item parcelling. *SA Journal of Industrial Psychology*, 30(4): 16-26.

De Corte, E. & Op't Eynde, P. *s.a. Unraveling student's belief systems relating to mathematics learning and problem solving.* Leuven: Center for Instructional Psychology and Technology (CIP&T), University of Leuven.

De Corte, E., Op 't Eynde, P. & Verschaffel, L. 2002. Knowing what to believe: the relevance of students' mathematical neliefs for mathematics education. *In:* Hofer, B.K. & Pintrich, P.R. eds. *Personal epistemology: the psychology of beliefs about knowledge and knowing.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

De Corte, E., Verschaffel, L. & Greer, B. 1996. Mathematics learning and instruction. *In:* De Corte, E. & Weinert, F. 1996. *International Encyclopaedia of Development and Instructional Psychology.* Oxford: Pergamon.

De Vellis, R.F. 1991. *Scale development: theory and applications*, London: Sage.

Declos, V.R. & Harrington, C. 1991. Effects of strategy monitoring and proactive instruction on children's problem solving performance. *Journal of Educational Psychology*, 80: 3542.

DeGroot, A.D. 1965. *Thought and choice in chess.* The Hague: Mouton.

Denvir, B. 1984. *Low attainers on mathematics 5-16.* London: Methuen Educational.

Departement van Onderwys. 2002. *Hersiene Nasionale Kurrikulum-verklaring graad R-9 (Skole) Wiskunde.* Pretoria: Staatsdrukker.

Department of Education. 1995. *White paper on education and training.* Pretoria: Government Printer.

Department of Education. 2001. *Education White Paper 6. Special needs education: building an inclusive education and training system.* Pretoria: Government Printer.

Department of Education. 2003. *Revised National Curriculum Statement Grades R-9 (Schools). Teacher's guide for development of learning programmes, foundation phase.* Printed for the Government Printer Pretoria by FormeSet Printers Cape.

Desoete, A., Roeyers, H. & Buysse, A. 2001. Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disabilities*, 34(5): 435-449.

Deyhle, D. & Swisher, K. 1997. Research in American Indian and Alaska Native Education: from assimilation to self-determination. *In*: Apple, M. ed. *Review of Research in Education.* Washington, DC: American Educational Research Association.

Diener, C.I. & Dweck, C.S. 1980. An analysis of learned helplessness: II. The processing of success. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47: 580-592.

Dishon, D. & O'Leary, P. 1984. *A guidebook for co-operative learning: a technique for creating more effective schools.* Holmes Beach, FL: Learning Publications.

Dodd, A.W. 1999. Insights from a math phobic. *Mathematics Teacher*, 85(4): 296-299.

Donagen, A. 1987. *Choice, the essential element in human action.* London: Routledge & Kegan Paul.

Drasgow, F. & Kanfer, R. 1985. Equivalence of psychological measurement in heterogeneous populations. *Journal of Applied Psychology*, 70: 662-280.

Driscoll, M.P. 2000. *Psychology of learning for instruction.* Boston: Allyn & Bacon.

Du Plooy, G.M. 1995. *Introduction to communication: communication research.* Kenwyn: Juta.

Dweck, C. 1991. Self-theories and goals: their role in motivation, personality, and development. *In*: Dienstbier, R.A. (ed.), *Perspectives on motivation.* Nebraska Symposium on Motivation. Lincoln: University of Nebraska Press.

Dweck, C.S. 2000. *Self theories: their role in motivation, personality and development.* Philidelphia: Taylor & Francis.

Eiselen, R. 2006. *Predicting achievement in mathematics at tertiary level.* Ongepubliseerde PhD-proefskrif. Johannesburg: Universiteit van Johannesburg.

Ellis, S.M. & Steyn, H.S. 2003. Practical significance (effect sizes) versus or in combination with statistical significance (p-values). *Management Dynamics,* 12(4): 51-53.

English, L.D. ed. 1997. *Mathematical reasoning.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Ennis, R.H. 1987. A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. *In:* Baron, J.B. & Sternberg, R.J. eds. *Teaching thinking skills: theory and practice.* New York: Freeman.

Ertmer, P.A. & Newby, T.J. 1993. Behaviorism, cognitivism, constructivism: comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly,* 6(4): 50-72.

Ertmer, P.A. & Newby, T.J. 1996. The expert learner: strategic, self-regulated and reflective. *Instructional Science*, 24: 1-24.

Esposito, C. 1999. Learning in urban blight: school climate and its effect on the school performance of urban, minority, low-income children. *School Psychology Review*, 28: 365-377.

Eylon, B.-S. & Linn, M.C. 1988. Learning and instruction: an examination of four research perspectives in science education. *Review of Educational Research*, 58: 251-301.

Fairbanks, P.J. 1992. Treating mathemtics anxiety: the optional contract. *Mathematics Teacher,* 85: 428-430.

Fan, X.T. 2001. Parental involvement and students' academic achievement: a growth modeling analysis. *Journal of Experimental Education*, 70:27-61.

Fan, X.T. & Chen, M. 2001. Parental involvement and students' academic achievement: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 13:1-22.

Fennema, E. 1985. Explaining sex-related differences in mathematics: theoretical models. *Educational Studies in Mathematics*, 16: 303-312.

Fennema, E., Carpenter, T.P., Jacobs, V.V.R., Franke, M.L. & Levi, L.W. 1998. A longitudinal study of gender differences in young children's mathematical thinking. *Educational Researcher*, 27(5): 6-11.

Feuerstein, A. 2000. School characteristics and parent involvement: influences on participation in children's schools. *Journal of Educational Research*, 94: 29-39.

Field, A. 2005. *Discovering statistics using SPSS*. 2nd.ed. London: SAGE Publications.

Finch, J.F. & West, S.G. 1997. The investigation of personality structure: statistical models. *Journal of Research in Personality*, 31: 439-485.

Fiore, G. 1999. Math abused students: are we prepared to teach them? *Mathematics Teacher*, 92(5): 403-406.

Fishbein, M. & Ajzen, I. 1975. *Belief, attitude, intention and behaviour.* Reading, MA: Addison-Wesley.

Flavell, J.H. 1976. Metacognitive aspects of problem solving. *In:* Resnick, L.B. ed. *The nature of intelligence.* Hillside, NJ: Erlbaum.

Flavell, J.H. 1979. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-development inquiry. *American Psychologist*, 34: 906-911.

Fogarty, G.J. 1999. Principles and applications of educational and psychological testing. *In*: Athanasou, J. ed. *Adult educational psychology.* Sydney, Australia: Social Science Press (Thomson Learning)

Forsten, C. 1992. *Teaching thinking and problem solving in math.* New York: Scholastic Professional Books.

Foster, D. 2003. Sosiale sielkunde. *In*: Louw, D.A. & Edwards, D.J.A. Sielkunde*: 'n inleiding vir studente in Suider-Afrika. 2de uitgawe.* Johannesburg: Heinemann.

Franken, R. 1997. Human motivation. 4th ed. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.

Freudenthal, H. 1980. *Weeding and sowing.* Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.

Frijda, N. & Johada, G. 1966. On the scope and methods of cross-cultural research. *International Journal of Psychology*, 1: 109-127.

Galligan, L, 2007. The role of language-switching in bilingual students' processing of mathematics. [Web:] http://www.icme-organisers.dk/tsg25/subgroups/galligan.doc (Accessed: 15 Jul. 2007).

Gallow, D. *s.a. What is problem-based learning?* [Web:] http://www.pbl.uci.edu/whatispbl.html [Accessed: 27 Okt. 2005].

Garner, R. 1987. *Metacognition and reading comprehension.* Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.

Garofalo, J. 1989. Beliefs and their influence on mathematical performance. *Mathematics Teacher*, 82: 502-505.

Garofalo, J. & Lester, F. 1985. Metacognition, cognitive monitoring and mathematical performance. *Journal of Research in Mathematics Education*, 16: 163-175.

Gavalek, J.R. & Raphael, T.E. 1985. Metacognition, instruction and the role of questioning activities. *In:* Forrest-Pressley, D.L., MacKinnon, G.E. & Waller, T.G. eds. *Metacognition, cognition and human performance.* Orlando, FL: Academic Press.

Genshaft, J.L. 1982. The use of cognitive behavioral therapy for reducing math anxiety. *School Psychology Review,* 11(1): 32-34.

Ginsburg, H.P. & Russell, R.L. 1993. Social class and racial influences on early mathematical thinking. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 46 (6, Serial No. 193).

Ginsburg, H.P., Klein, A. & Starkey, P. 1998. The development of children's mathematical thinking: connecting research with practice. *In:* Sigel, I. & Renninger, A. eds. *Handbook of child psychology: Vol.4. Child psychology and practice. 5th* ed. New York: Wiley.

Goba, B., Stolk, F. & Van der Walt, M. 2005. *Raakvat Wiskunde: graad 7.* Cambridge: Cambridge University Press.

Goleman, D. 1995. *Emotional intelligence.* New York: Bantam Books.

Goos, M. & Galbraith, P. 1996. Do it this way! Metacognitive strategies in collaborative mathematical problem solving. *Educational Studies in Mathematics,* 30: 229-260.

Gorsuch, R.L. 1997. Exploratory analysis: its role in item analysis. *Journal of Personality Assessment,* 68: 532-560.

Gourgey, A. 2001. Metacognition in basic skill instruction. *In*: Hartman. H. ed. *Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice.* Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Gourgey, A.F. 1992. Tutoring developmental mathematics: overcoming anxiety and fostering independant learning. *Journal of Developmental Education*, 15(3): 10-12.

Gove, P.B. ed. 1976. *Webster's third new international dictionary of the English language unabridged.* Massachusetts: G. & C. Merrian Company.

Graham, S. & Golan, S. 1991. Motivational influences on cognition: task involvement, ego orientation, and depth of information processing. *Journal of Educational Psychology*, 83: 187-194.

Greenfield, P.1997. You can't take it with you: why ability assessments don't cross cultures. *American Psychologist*, 52: 1115-1124.

Greening, T. 1998. *Scaffolding for success in problem-based learning.* [Web:] http://www.med-ed-online.org/f0000012.htm [Accessed: 27 Oct. 2005].

Griffin, J.B. 1990. Developing more minority mathematicians and scientists: a new approach. *The Journal of Negro Education*, 59: 424-438.

Grossnickle, F.E., Reckzeh, J., Perry, L.M. & Ganoe, N.S. 1983. *Discovering meanings in elementary school mathematics.* New York: Holt, Rinehart & Winston.

Haapasalo, L. & Kadijevich, Dj. 2000. Two types of mathematical knowledge and their relation. *Journal für Mathematik-Didaktik,* 21(2): 139-157.

Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L. & Black, W.C. 1998. *Multivariate data analysis.* 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Hannula, M.M. 2005. *Spontaneous focusing on numerosity in the development of early mathematical skills.* Unpublished Ph.D-thesis. Annaeles Universitatis Turkuensis, Ser. B, 282.

Hannula, M.S. 2004. *Regulating motivation in mathematics.* A paper presented at the Topic Study Group 24 of ICME-10 conference. [Web:] http://www.icme-organisers.dk/tsg24/Documents/Hannula.doc (Accessed: 14 Apr. 2006)

Hart, L.E. 1989. Describing the affective domain: saying what we mean. *In*: McLeod, D.B. & Adams, V.M. eds. *Affect and Mathematical Problem Solving.* New York: Springer-Verlag.

Hartman, H. & Sternberg, R.T. 1992. A broad BACEIS for improving thinking. *Instructional Science*, 21(5): 401-425.

Hartman, H.J. 2001. Developing students' metacognitive knowledge and skills. *In:* Hartman, H.J. ed. *Metacognition in learning and instruction. Theory, research and practice.* Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Hatano, G. 1996. A conception of knowledge acquisition and its implications for mathematics education. *In*: Steffe, L. W. & Nesher, P. eds. *Theories of mathematical learning.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Haynes, N. 2002. *Addressing student's social and emotional needs; the role of mental health teams in school* Vol.16, Issue 7/2.

Hembree, R. 1990. The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education,* 21, 33-46.

Henderson, J.G. 1996. *Reflective teaching: the study of your constructivist practices.* 2nd ed. Columbus, OH: Merrill (imprint of Prentice Hall).

Herman, J. 1990. Action plans to make your vision a reality. *NASSP Bulletin*, 74(523):14-17.

Herschberger, W. 1987. Of course there can be an empirical science of volitional action. *American Psychologist*, 42: 1032-1033.

Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., Olivier, A. & Wearne, D. 1997. Making mathematics problematic: a rejoinder to Prawat and Smith. *Educational Researcher.* 26(2): 24-26.

Hiebert, J. & Wearne, D. 1986. Procedures over concepts:the acquisition of decimal number knowledge. *In:* Hiebert, J. ed. *Conceptual and procedural knowledge: the case of mathematics.* Hillsdale: Erlbaum.

Hill, N.E. & Taylor, L.C. 2004. Parental school involvement and children's academic achievement: paradigms and issues. *Current Directions in Psychological Science*, 13: 161-164.

Hough & Horne Konsultante. 2007. *'n Vergelykende studie: die taalvaardighede (Engels) en syfervaardighede van uitsoekmatrikulante asook veronderstellings en vrae oor regstellende aksie wat daaruit voortvloei.* [Web:] info@tjhorne.co.za (Accessed: 10 Oct. 2007).

Howe, R.W. & Warren, C.R. 1989. *Teaching critical thinking through environmental education.* ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education Columbus OH.

Howie, S. 2001. *Mathematics and science performance in Grade 8 in South Africa. 1998/1999.* Pretoria: Human Sciences Research Council.

Howson, G. 1991. *National curricula in mathematics.* Southampton: University of Southampton.

Hu, L. & Bentler, P.M. 1999. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6:1-55.

Hughes, M. 1989. *Children and number.* New York: Basil Blackwell.

Huitt, W. 1999. Conation as an important factor of mind. *Educational Psychology Interactive.* Valdosta, GA: Valdosta State University. [Web:] http://chiron.valdosta.edu/whuitt/col/regsys/conation.html (Datum: 8 Apr. 2007)

Hulin, C.L., Drasgow, R. & Comocar, J. 1982. Applications of item response to analysis of attitude scale translations. *Journal of Applied Psychology*, 67: 818-825.

Hutcheson, G. & Sofroniou, N. 1999. *The multivariate social scientist.* London: Sage.

Hutton, K., Mabuza, T., Twala, S., Van der Walt, M., Van Deventer, L. & Wagner, D. 2004. *Stepping into Mathematics, Grade 4 to Grade 6.* Cambridge: Cambridge University Press.

Hyde, J.S., Fennema, E. & Lamon, S.J. 1990. Gender differences in mathematics performance: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 107: 139-155.

Jackson, C.D. & Leffingwell, R..J. 1999. The role of instructors in creating math anxiety in students from kindergarten through college. *Math Teacher,* 92(7): 583-586.

Jackson, D.N., Ahmed, S.A. & Heapy, N.A. 1976. Is achieving a unitary construct? *Journal of Research in Personality,* 10: 1-21.

Jacobs, J.E. & Paris, S.G. 1987. Children's metacognition about reading: issues in definition, measurement and instruction. *Educational Psychologist*, 22: 255-278.

Johnson, D.W. & Johnson, R.T. 1989. *Cooperation and competition: theory and research.* Edina, MN: Interaction Book Company.

Johnson, D.W. & Johnson, R.T. 1993. Implementing co-operative learning. *Education Digest,* 58(8): 62-67.

Johnson, D.W., Johnson, R.T. & Johnson-Holubec, E. 1993. *Co-operation in the classroom.* 6th ed. Edina, MN: Interaction Book Company.

Johnson, D.W., Johnson, R.T. & Smith, K.A. 1991. *Cooperative learning: increasing college faculty instructional productivity.* ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4. Washington, D.C.: The George Washington University, School of Education and Human Development.

Johnson, T.P. 1998. Approaches to equivalence in cross-cultural and cross-national survey research. *ZUMA-Nachrichten Spezial*, January, 1998.

Jonassen, D.H. 1981. *What are cognitive tools?* [Web:] http://www.cs.umu.se/kurser/TDBC12/HT99/Jonassen.html [Accessed: 17 Apr. 2005].

Jordan, N.C., Huttenlocher, L. & Levine, S.C. 1994. Assessing early arithmetic abilities: effects of verbal and nonverbal response types on the calculation performance of middle- and lower-income children. *Learning and Individual Differences,* 6: 413-432.

Jöreskog, K.G. 1971. Simultaneous factor analysis in several populations. *Psychometrika,* 36: 409-426.

Jöreskog, K.G. & Sorbom, D. 1984. *LISREL VI*, Scientific Software Inc.

Joubert, C.J. 1964. *Beroepskeuse as verantwoordelike en verantwoordbare keuse – 'n studie in beroepsoriëntering.* Pretoria: HAUM.

Kamin, L.J. 1995. Behind the curve. *Scientific American*, February 1995.

Keating, D. 1988. *Adolescents' ability to engage in critical thinking.* National center for effective secondary schools, Madison, WI, November, 1988. ED 307 508.

Keefe, J. & Monk, L.S. 1988. *Learning style profile technical manual.* Reston: VA: National Association of Secondary School Principals.

Kehoe, J. 1995. Basic item analysis for multiple-choice tests, *Practical Assessment, Research & Evaluation, 4(10)* [web:] http://pareonline.net/getvn.asp?v=4&n=10 (Accessed: 30 Nov. 2006).

Kenney, J.M., Hancewicz, E., Heuer, L., Metsisto, D. & Tuttle, C.L. 2005. *Literacy strategies for improving mathematics instruction.* Alexandria, Virginia, USA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Kenny, D.A. 1979. *Correlations and causality.* New York: Wiley.

Kerr, B.S. 1997. *Smart girls: a new psychology of girls, women and giftedness.* Scottsdale, AZ: Gifted Psychology.

Killen, R. 2005. Outcomes-based education: principles and possibilities. [Web:] http://www.acel.org.au/affiliates/nsw/conference01/ts_1.html [Access: 9 Aug. 2005].

Kilpatrick, J. & Swafford, J. eds. 2003. *How children learn mathematics.* Washington, DC: National Academic Press.

Kim, J.O. & Mueller, C.W. 1978. *Factor analysis: statistical methods and practical issues*, London: Sage.

King, A. 1991. Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Ppsychology*, 83: 307-317.

King, A. 1993. From sage on the stage to guide on the side. *College Teaching,* 41: 30-35.

Kivenen, 1997. *Volitional processes and strategies.* Tampere, Finland: University of Tampere. [web:] http://www.yta.fi/~kkl6628/academ.html [Datum van gebruik: 12 Jun. 2007].

Kloosterman, P. 1996. Students' beliefs about knowing and learning mathematics: implications for motivation. *In*: Carr, M. ed. *Motivation in mathematics.* Cresskill, NJ: Hampton.

Kluwe, R.H. 1982. Cognitive knowledge and executive control: metacognition. *In:* Griffin, D.R. ed. *Animal mind - human mind.* New York: Springer-Verlag.

Kolbe, K. 1990. *The conative connection.* Reading, MA: Addison Wesley PublishingCompany Inc. [web:] http://www.kolbe.com/ [Accessed: 12 Aug. 2007].

Koutselini, M. 1991. *Child development and school reality.* Nicosia: Pedagogical Institute of Cyprus.

Kritzinger, M.S.B., Labuschagne, F.J. & Pienaar, P. de V. 1972. *Verklarende Afrikaanse woordeboek.* 6de uitgawe. Pretoria: Van Schaik.

Kuhn, D., Schauble, L. & Garcia-Mila, M. 1992. Cross-domain development of scientific reasoning. *Cognitive Instruction*, 9: 285-327.

Lampert, M. 1990. When the problem is not the question and the solution is not the answer: mathematical knowing and teaching. *American Educational Research Journal*, 27: 29-63.

Lappan, G.T. 1998. *Pedagogical implications for problem-centered teaching*. [Web:] http://books.nap.edu/html/hs_math/ch13.html [Accessed: 27 Oct. 2005].

Lazim, M.A., Osman, M.T. & Wan Salihin, W.A. 2007. *The statistical evidence in describing the students' belief about mathematics*. [Web:] http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/lazimetal.pdf [Accessed: 7 Jan. 2007].

Leedy, P.D. & Ormrod, J.E. 2001. *Practical research: planning and design*. 7th ed. NJ: Merrill Prentice Hall.

Lerman, S. 2000. Some problems of socio-cultural research in mathematics teaching and learning. *NOMAD*, 8(3): 55-72.

Lester, F.K., Garofalo, J. Kroll, D.L. 1989. Self-confidence, interest, beliefs, and metacognition: key influences on problem-solving behavior. *In*: McLeod, D.B. *Affect and mathematical problem solving: a new perspective.* New York: Springer-Verlag.

Lester, F.K.Jr., Masingila, J.O., Mau, S.T., Lambdin, D.V., dos Santon, V.M. & Raymond, A.M. 1994. Learning how to teach via problem solving. *In*: Aichele, D. & Coxford, A. eds. *Professional Development for Teachers of Mathematics.* Reston, Virginia: NCTM.

Levine, J.M. & Moreland, R.L. 1995. Group processes. *In*: Tesser, A. *Advanced social psychology.* New York: McGraw-Hill.

Lim, J.H. 2004. Girls' experiences in learning school mathematics. *Focus on Learning Problems in Mathematics,* 26: 43-48.

Linacre, J.M. & Wright, B.D. 1994. Reasonable mean square fit values. *Rasch Measurement Transactions*, 8(3): 370.

Linton, R. 1945. *The cultural background of personality*. New York: Appleton-Century.

Little, T.D., Cunningham, W.A., Shahar, G. & Widaman, K.F. 2002. To parcel or not to parcel: exploring the question, weighing the merits. *Structural Equation Modelling*, 9: 151-173.

Lorch, R.F., Lorch, E.P. & Klusewitz, M.A. 1993. College students' conditional knowledge about reading. *Educational Psychology,* 79: 35-40.

Lord, F.M. 1977. A study of item bias, using item characteristic curve theory. *In*: Poortinga, Y.H. ed. *Basic problems in cross-cultural psychology.* Amsterdam: Swets & Zeitlinger.

Lord, F.M. 1980. *Applications of item response theory to practical testing problems.* Hillside, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lorenzato, S. 2007. *Knowledge of the students' "whys" and their teachers' "becauses".*

Louw, D.A. & Edwards, D.J.A. 2003. *Sielkunde: 'n Inleiding vir studente in Suider-Afrika*. 2de uitgawe. Johannesburg: Heinemann.

Louw, D.A., Van Ede, D.M., Louw, A.E., Botha, A., Ferns, I., Gerdes, L.C., Meyer, W.F., Raubenheimer, J.R., Schoeman, W.J., Thom, D.P. & Wait, J.W. van S. 1998. *Menslike ontwikkeling.* 3de uitgawe. Kaapstad: Kagiso Tersiêr.

Ma, X. & Kishor, N. 1997. Assessing the relationship between attitude toward mathematics and achievement: a meta-analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28: 26-47.

Madge, E.M. & Van der Westhuizen, J.G. 1982. *Die senior Suid-Afrikaanse Individuele Skaal (SSAIS) as kliniese hulpmiddel.* Pretoria: RGN.

Maree, J.G. 1994. Betekenis van 'n holistiese benadering tot ontoereikende prestasies in Wiskunde: 'n gevallestudie. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 14(2): 60-65.

Maree, J.G. 1997a. *Die ontwerp en evaluering van 'n studie-oriëntasievraelys in Wiskunde.* Pretoria: Universiteit van Pretoria. Ongepubliseerde D.Phil.-proefskrif.

Maree, J.G. 1997b. HSRC (Human Sciences Research Council of South Africa) Media releases 1997: *Study habits and attitude crucial to achievement in mathematics.* [Web:] http://www.hsrc.ac.za/media/1997/3/19970319.html [Accessed: 9 Apr. 2006].

Maree, J.G. 2005. *Ontrafel Wiskunde.* LAPA uitgewers: Pretoria.

Maree, J.G. 2006. *Study Orientation questionnaire in Mathematics* (SOM). [Web:] http://www.vanrooyen.co.za/Catalogue/SOM.htm [Accessed: 9 Apr. 2006]

Maree, J.G. 2007. Oproep om artikels SATNWT vir 2008(4). *SA Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, 25(4)

Maree, J.G. 2007a. The Natal Mercury (02.11.2007). *Maths and science teachers required.* [Web:] www.iol.co.za (Accessed: 5 Nov. 2007).

Maree, J.G. & Crafford, G. 2005. 'n Ondersoek na fasette van leerders in 'n privaatskool se studieoriëntasie en die verband daarvan met Wiskunde-prestasie. *SA Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie,* 24(3): 84-92.

Maree, J.G. & De Boer, A. 2003. Assessment of thinking style preferences and language proficiency for South African students whose languages differ. *Psychological Reports*, 93: 449-457.

Maree, J.G. & Erasmus, G. 2003. 'n Ondersoek na fasette van leerders in 'n privaatskool se studie-oriëntasie en die verband daarvan met Wiskunde-prestasie. *SA Tydskrif vir NAtuurwetenskap en Tegnologie*, 24(3):84-92.

Maree, J.G. & Molepo, J.M. 1999. The role of mathematics in developing rural and tribal communities in South Africa. *South African Journal of Education*, 19: 374-381.

Maree, J.G., Molepo, J.M., Owen, J.H. & Ehlers, R. 2005. 'n Probleemgerigte benadering tot Wiskunde in graad 9 en 11 in die Limpopo-provinsie. *SA Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, 24(4): 124-133.

Maree, J.G., Pretorius, A. & Eiselen, R.E. 2003. Predicting sucess among first-year engineering students at the Rand Afrikaans University. *Psychological Reports*, 93: 399-409.

Maree, J.G., Prinsloo, W.B.J. & Claassen, N.C.W. 1997a. *Handleiding vir die studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (SOW).* Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.

Maree, J.G., Prinsloo, W.B.J. & Claassen, C.C.W. 1997b. *Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde (SOW)* Pretoria: HSRC/RGN

Maree, J.G. & Steyn, T.M. 2001. Diverse thinking style preferences in a university course in mathematics. *Psychological Reports*, 89: 583-588.

Maree, K., Aldous, C., Hattingh, A., Swanepoel, A. & Van der Linde, M. 2006. Predictors of learner performance in mathematics and science according to a large-scale study in Mpumalanga. *South African Journal of Education*, 26(2): 229-252.

Maree, Kobus. 1996. Die gebruik van vraelyste in die Wiskunde-klas. *Pythagoras,* 40: 7-13.

Markus, H. & Nurius, P. 1986. Possible selves. *American Psychologist*, 41: 954-969.

Marshall, S.P. 1984. Sex in children's mathematics achievement: solving computation and story problems. *Journal of Educational Psychology*,, 70: 1940204.

Martinez, M. 1997. *Development and validation of an intentional learning orientation questionnaire.* [Web:] http://mse.byu.edu/projects/elc/meaprojpr.html [Accessed: 28 Des. 2005].

Mathe, M.M. 1991. *Problems encountered by black pupils in mathematics.* Ongepubliseerde MEd-verhandeling. Johannesburg: Randse Afrikaanse Universiteit.

McClelland, D.C., Atkinson, J.W., Clark, R.A. & Lowell, E.L. 1953. *The achievement motive.* New York: Appleton-Century-Crofts.

McCracken, G. 1988. *The long interview.* London: Sage Publications.

McCrae, R.R., Costa, P.T. & Yik, S.M. 1996. Universal aspects of Chinese personality structure. *In*: Bond, M.H.ed. *The handbook of Chinese psychology.* Hong Kong: Oxford University Press.

McLeod, D. 1988. Affective issues in mathematical problem solving: Some theortical considerations. *Journal for Research in Mathemathics Education*, 19(2): 134-141.

McLeod, D. 1992. Research on affect in mathematics education: a reconceptualisation. (*In*: Grouws, D. ed. *Handbook of research on mathematics teaching and learning: a project of the National Council of Teachers of Mathematics.* New York: Macmillan.)

McMillan, J.H. & Schumacher, S. 2001. *Research in education: a conceptual introduction.* 5th ed. New York: Addison-Wesley Longman.

McNamara, T.F. 1996. *Measuring second language performance.* London: Longman.

McPherson, C. & Rust, J.O. 1987. Relationships among popularity, reading ability, and self-concept in second-grade children. *Reading Improvement,* 24(4): 282-289.

Meece, J.L. & Holt, K. 1993. A pattern analysis of students' achievement goals. *Journal of Educational Psychology*, 85: 582-590.

Mellenbergh, G.J. 1982. Contingency table models for assessing item bias. *Journal of Educational Statistics,* 7(2): 105-118

Merenda, P.F. 2005. Cross-cultural adaptation of educational and psychological testing. *In*: Hambleton, R.K., Merenda, P.F. & Spielberger, C.D. eds.). *Adapting educational and psychological tests for cross-cultural assessment.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Messick, S.J. 1989. Validity. *In*: Linn, R.L. ed. *Educational measurement* (3rd.ed). New York: Macmillan.

Mevarech, A.R. & Light, P.H. 1992. Peer-based interaction at the computer: looking backward, looking forward. *Learning and Instruction*, 2:275-280.

Meyer, W.F., Moore, C. & Viljoen, H. 1988. *Persoonlikheidsteorieë. Van Freud tot Frankl.* Johannesburg: Lexicon.

Molepo, J.M. 1997. *The role of mathematics in the changing rural and tribal communities in South Africa.* Ongepubliseerde PhD-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Pretoria.

Morgan, C.T., Deese, J. & Deese, E.K. 1981. *How to study.* New York: McGraw-Hill.

Murphy, K.R. & Davidshofer, C.O. 1988. *Psychological testing: principals and applications.* Engelwood Cliffs, NJ: Prentice-Hall

South Africa, 1997. National Education Policy Act. No. 27 of 1996. *Language in Education Policy. 1997* [Web:] http://education.pwv.gov.za (Accessed 22 Aug. 2007).

NCREL. 2005. North Central Regional Educational Laboratory). 2005. *What is Mathematics?* [Web:] http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/content/cntareas/math/ma3ques1.htm [Accessed: 24 Feb. 2005].

NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). 1980. *An agenda for action: recommendations for school mathematics of the 1980s.* Reston, Virginia: NCTM.

NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) 1989. *Curriculum and evaluation standards for school mathematics,* Reston, Virginia: NCTM.

NCTM. (National Council of Teachers of Mathematics). 2000. *Principles and standards for school mathematics. Problem solving.* [Web:] http://standards.nctm.org/document/chapter3/prob.htm [Accessed: 16 Apr. 2002].

Neill, J. 2004. *Essentials of a good psychological test.* [Web:] http://wilderdom.com/personality/L3-2EssentialsGoodPsychologicalTest.html [Accessed: 9 Apr. 2007]

Nenniger, P. 1987. How stable is motivation by contents? *In*: De Corte, E., Lodwijks, H., Partmentier, R. & Span, P. eds. *Learning and instruction: European research in an international context, Vol.1.* London: Pergamon Press.

Neuman, L.W. 2000. *Social research methods: qualitative and quantitative approaches.* 4th ed. New York: Allyn & Bacon.

North West Education Department. 2006. *Grade 6 Intermediate phase: Sistemic evaluation. Provincial Report.* Pretoria: Government Printers

Norusis, M.J. 1990. *SPSS 13.0 Statistical procedures companion.* Chicago: SPSS,Inc.

Nunnally, J. 1978. *Psychometric theory* 2nd-ed. New York: McGraw Hill.

Nunnally, J.C. & Bernstein, I.H. 1994. *Psychometric theory.* 3rd ed. New York: McCraw-Hill.

Nyberg, V.R. & Clarke, S.C. 1979. Technical report on the school subjects attitude scales. *ERIC Document reproduction service No 179 575.*

Oakland, T. 1977. *Psychological and educational assessment of minority children.* New York: Brunner/Mazel.

Odendal, F.F., Schoonees, P.C., Swanepoel, C.J., Du Toit, S.J. & Booysen, C.M. 1985. *HAT: Verklarende Handwoordeboek van die Afrikaanse Taal.* Johannesburg: Perskor.

Okagaki, L. & Sternberg, R.J. 1993. Parental beliefs and children's school performance. *Child Development*, 64(1): 36-56.

Ormrod, J.E. 2003. *Educational psychology. Developing learners.* 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Merril.

Osterlind, S.J. & Martois, J.S. 1980. *Latent trait theory applications to test item bias methodology.* Research memorandum No. 1. ERIC - Education Resources Information Centre. (ED206650).

Papaleontiou-Louca, E. 2003. The concept and instruction of metacognition. *Teacher Development,* 7(1): 9-29.

Papert, S. 1980. *Mindstorms: children, computer, and powerful ideas.* New York: Basic Books.

Paras, B. 2001. Crisis in mathematics education. Student failure: challenges and possibilities. *SA Journal of Higher Education*, 15(3):66-73.

Paris, S.G. & Winograd, P. 1990. How metacognition can promote academic learning and instruction. *In:* Jones, B.F. & Idol, L. eds. *Dimensions of thinking and cognitive instruction.* Hillside, NJ: Erlbaum.

Pavel, D.M. 1999. *Schools, principals, and teachers serving American Indian and Alaska native students.* Charleston, WV ERIC Appalavhia Educational Laboratory.

Pehkonen, E. & Törner, G. eds. 1998. *The state-of-art in mathematics-related belief research: results of the MAVI activities.* Research Report 195. Helsinki, Finland: Department of Teacher Education, University of Helsinki.

Pena, D.C. 2000. Parent involvement: influencing factors and implications. *Journal of Educational Research,* 94: 42-54.

Phillips, D.C. & Burbules, N.C. 2000. *Postpositivism and educational research.* Lanham, MD: Rowman & Littlefield.

Piaget, J. 1976. Piaget's theory. (*In:* Inhelder, B. & Chipman, H. eds. 1976. *Piaget and his school.* New York: Springer-Verlag.)

Picard, R.W. 1997. *Affective computing.* Cambridge, MA: MIT Press.

Pierce, R., Stacey, K. & Barkatsas, A. 2005. *In*: Press. A scale for monitoring students' attitudes to learning mathematics with technology. *Computers & Education.* (Science Direct)

Plug, C., Meyer, W.F., Louw, D.A. & Gouws, L.A. 1993. *Psigologie-woordeboek.* Johannesburg: Lexicon Uitgewers.

Preis, C. & Biggs, B.T. 2001. Can instructors help learners overcome math anxiety? *ATEA Journal*, 28(4): 6-10.

Pressley, M., Borkowski, J.G. & Schneider, W. 1987. Cognitive strategies: good strategy users coordinate metacognition and knowledge. *In:* Vasta, R. & Whitehurst, G. eds. Annals of Child Development (Volume 5). *Journal of Learning Disabilities*,. 21: 401-416.

Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, RGN. 1993. *Longitudinale ondersoek van skolastiese ontwikkeling. Wiskunde: Standerd 7.* RGN: Pretoria.

Reichenbaum, M.E. & Moraes, C.L. 2007. Operationalising the cross-cultural adaptation of epidemological measurement instruments, *Rev Saúde Pública*, 41(4): 665-673.

Rens, J.A. 2005. *Riglyne vir waarde-opvoeding in Suid-Afrikaanse skole.* Ongepubliseerde proefskrif Ph.D. Potchefstroom: Noordwes-Universiteit, Potchefstroom.

Resnick, L. B. (1987). Learning in school and out. *Educational Researcher,* 16, 13-20..

Retief, A. 1988. *Method and theory in in cross-cultural psychological assessment.* Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.

Reynolds, A.J. & Wahlberg, H.J. 1992. A structural model of high school mathematics outcomes. *Journal of Educational Research,* 85:150-158.

Richardson, F.C. & Woolfolk, R.L. 1980. Mathematics anxiety. (*In*: Sarason, I.G. (Ed). *Test anxiety: theory, research, and applications.* Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.)

Rietveld, T. & Van Hout, R. 1993. *Statistical techniques for the study of language and language behaviour.* Berlin – New York: Mouton de Gruyter

Riordian, C.M. & Van den Berg, R.J. 1994. A central question in cross-cultural research: Do employees of different cultures interpret work the same way? *Journal of Mangement.* 20(3): 643-671.

Roh, K.H. 2003. Problem-based learning in mathematics. ERIC Digest. ED482725.

Rowan University Center for Advancement of Learning. *Unlocking the will to learn.* [Web:] http://www.letmelearn.org/viewarticle.aspx?article=3 (Accessed: 3 Jun. 2007).

SAS Institute Inc., 2005. SAS Institute Inc., SAS OnlineDoc®, Version 9.1, Cary, NC

Savoie, J.M. & Hughes, A.S. 1994 Problem-based learning as classroom solution. *Educational Leadership*, 52(3). EJ492 914.

Scheepers, J.M. 1992. *Toetskonstruksie: teorie en praktyk.* Johannesburg: RAU-Drukpers.

Schiefele, U. 1991. Interest, learning, and motivation. *Psychologist*, 26: 299-323.

Schoenfeld, A.H. 1983. Beyond the purely cognitive: beliefs system, social cognitions and metacognition as driving forces in intellectual performance. *Cognitive Science,* 7, 329-363.

Schoenfeld, A.H. 1983a. Episodes and executive decisions in mathematical problem solving. (*In:* Lesh, R. & Landau, M. eds. *Acquisition of mathematics concepts and processes.* New York: Academic Press.)

Schoenfeld, A.H. 1985. Metacognitive and epistemological issues in mathematical understanding. (*In:* Silver, E.A. ed. *Teaching and learning mathematical problem solving: multiple research perspectives.* Hillside, NJ.: Erlbaum.

Schoenfeld, A.H. 1987. What's all the fuss about metacognition? *In:* Schoenfeld, A.H. ed. *Cognitive science and mathematics education.* Hillside, NJ: Erlbaum.

Schoenfeld, A.H. 1989. Explorations of students' mathematical beliefs and behaviour. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20: 338-355.

Schoenfeld, A.H. 1992. Learning to think mathematically: problem-solving, metacognition, and sense-making in mathematics. *In:* Grouws, D. ed. *Handbook on research on mathematics teaching and learning.* New York: Macmillan.

Schoenfeld, A.H. 1994. Reflections on doing and teaching mathematics. *In:* Schoenfeld, A.H. ed. *Mathematical thinking and problem solving.* NJ: Erlbaum.

Schraw, G. & Moshman, D. 1995. Metacognitive theories. *Educational Psychological Review*, 7(4): 351-371.

Schunk, D. 1991. Self-efficacy and academic motivation. *Educational Psychologist*, 26: 207-231.

Schunk, D.H. 2000. *Learning theories: an educational perspective.* 3rd ed. New Jersey: Merrill, Englewood Cliffs.

Schwartz, J.L. & Kenney, J.M. 1995. *Assessing mathematical understanding and skills effectively.* Interim Report of the Balanced Assessment Program. Harvard Graduate School of Education, Massachusetts: Cambridge.

Sci-Tech Encyclopedia. 2007. [Web:] http://www.www.answers.com/topic/cognition (Accessed: 1 May. 2007).

Secada, W.G. 1992. Race, ethnicity, social class, language, and achievement in mathematics. *In*: Grouws, D.A. ed. *Handbook of research on mathematics teaching and learning.* New York: Macmillan.

Seegers, G. & Boekaerts, M. 1993. Task motivation and mathematics in actual task situations. *Learning and Instruction,* 3, 133-150.

Selman, R.L. 1980. *The growth of interpersonal understanding.* San Diego, CA: Academic Press.

Sentson, C. 1994. The effect of language of presentation on pupils' performance in a mathematics test. *South African Journal of Education*, 14(3): 109-115.

Setati, M. 2002a. Researching mathematics education in multilingual South Africa. *The Mathematics Educator,* 12(2): 6-20.

Setati, M. 2002b. *Language practices in intermediate multilingual mathematics classrooms.* Ongepubliseerde proefskrif. Johannesburg, Suid-Afrika: Universiteit van die Witwatersrand.

Setati, M. & Adler, J. 2001. Between languages and discourses:language practices in primary multilingual mathematics classrooms in South Africa. *Education Studies in Mathematics*, 43(3): 243-269.

Shakiba-Nejad, H. & Yellin, D. 1981. Sosio-economic status, academic achievement and teacher response. *Teacher Education (SP022355).* (ERIC Document Reproduction Service No. ED 231 754).

Shimizu, Y. 1999. Aspects of mathematics teacher education in Japan: focusing on teachers's role. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 2(1):107-116.

Shuell, T.J. 1986. Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research*, 56(4): 411-436.

Shuttleworth-Jordan, A.B. 1996. On not reinventing the wheel: a clinical perspective on culturally relevant test usage in South-Africa. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Sielkunde,* 26(2): 96-102.

Silby, B. 2000. *Revealing the language of thought: an e-book.* Department of Philosophy. New Zealand: University of Canterbury.

Silver, E.A. 1985. Research on teaching mathematical problem solving: multiple research perspectives. *In*: Silver, E.A. ed. *Teaching and learning mathematics problem solving: some underrepresented themes and needed directions.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Sireci, S.G. 2005. Using bilinguals to evaluate the comparability of different language versions of a test. *In*: Hambleton, R.K., Merenda, P.F. & Spielberger, C.D. eds. *Adapting educational and psychological tests for cross-cultural assessment.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Skemp, R.R. 1986. *The psychology of learning mathematics.* Harmondsworth: Penguin.

Smit, G.J. 1995. *Research: guidelines for planning and documentation.* Halfway House: Southern Books.

Smith, R.M. 1991. How people become effective learners. *Adult Learning*, 2(6): 11-13.

Smith, T.W. 1988. *The ups and downs of cross-cultural survey research.* GSS Cross-National Report No. 8. National Opinion Research Center, University of Chicago.

Snow, R. & Farr, M. (1987). Cognitive-conative-affective processes in aptitude, learning, and instruction: An introduction. *In*: R. Snow & M. Farr (eds.), *Conative and Affective Process Analysis.* Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.

Snow, R.E. & Jackson, D.N. 1993. *Assessment of conative constructs for educational research and evaluation: a catalogue.* CSE Technical Report 354. [Web:] http://www.cse.ucla.edu/Reports/TECH354.PDF

South African Schools Act. No. 84 of 1996. [Web:] http://education.pwv.gov.za (Accessed 22 Aug. 2007).

Spady, W. 1994. *Outcome-based education: critical issues and answers.* Arlington, VA: American Association of School Administrators.

SPSS Inc. (2005) SPSS® 14.0 for Windows, Release 14.0.0, Copyright© by SPSS Inc., Chicago, Illinois.

SPSS white paper. *s.a. Using SPSS for item analysis.More reliable test assessment using statistics.* [Web:] http://pages.infinit.net/rlevesqu/Syntax/ItemAnalysis/UsingSPSSforItemAnalysis.pdf (Accessed: 1 March 2007).

Stanovich, K.E. 1990. Concepts in developmental theories of reading skill: cognitive resources, automaticity, and modularity. *Developmental Review,* 10: 72-100.

StatSoft, Inc. 2006. STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.stasoft.com

Stein, M.K., Grover, B.W. & Henningsen, M. 1996. Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: an analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *Educational Research Journal*, 33(2):445-455.

Sternberg, R.J. & Kaufman, J.C. 1998. Human abilities. *Annual Review of Psychology*, 49: 479-502.

Sternberg, R.J., Lipka, J., Newman, T., Wildfeuer, S. & Grigorenko, E.L. 2006. Triarchically-based instruction ans assessment of sixth-grade mathematics in a Yup'ik Cultural setting in Alaska. *Gifted and Talented International*, 21(2): 9-18.

Stevens, J. 1996. *Applied multivariate statistics for the social sciences* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Steyn, A.G.W., Smit, C.F., Du Toit, S.H.C. & Strasheim, C. !995. *Moderne statistiek vir die praktyk.* Pretoria: JL van Schaik Uitgewers.

Steyn, H.S. (jr.) 2005. *Handleiding vir bepaling van effekgrootte-indekse en praktiese betekenisvolheid* [Web:] http://www.puk.ac.za/opencms/export/PUK/html/fakulteite/natuur/skd/handleiding.html [Accessed: 19 April 2006]

Steyn, T.M. 2002. *A learning facilitation strategy for mathematics in a support course for first-year engineering students at the University of Pretoria.* Unpublished PhD thesis. Pretoria: University of Pretoria.

Stuart, A. & Ord, J.K. 1987. *Kendall's advanced theory of statistics.* New York: Oxford University Press.

Stuart, V. 2000. Math curse or math anxiety? *Teaching Children Mathematics*, 6(5): 330-335.

Sullivan, H.S. 1968. *The interpersonal theory of psychiatry.* New York: W. W. Norton.

SuperCROSS. Copyright © 1993-2004 Space Time Research Pty Ltd. Space-Time Research Online support: support@str.com.au

Swanepoel N 2006. nolsswa@telkomsa.net

Swanson, H.L. 1990. Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 82: 306-314.

Swanson, R.A. & Holton, E.F. eds. 1997. *Human resource development – research handbook, linking research and practice.* San Francisco: Berret Koehler.

Swisher,K. & Tippeconnic, J. 1999. *Next steps: research and practice to advance Indian education.* Washington, DC: Office of Educational Research and Improvement (ERIC Document # ED 427 902).

Tabachnick, B.G. & Fidell,L.S. 2001. *Using multivariate statistics.*(4-de uitgawe) Boston: Allyn and Bacon.

Tanzer, N.K. 2005. Developing tests for use in multiple languages and cultures: a plea for simultaneous development. *In*: Hambleton, R.K., Merenda, P.F. & Spielberger, C.D. eds. *Adapting educational and psychological tests for cross-cultural assessment.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Tapia, M. & George, G.E. 2004. An instrument to measure mathematics attitudes. Academic Exchange Quarterly, 8(2):1-8. [Web:] http://www.rapidintellect.com/AEQweb/cho253441.htm (Accessed: 11 May 2006).

Tate, W.I. 1997. Race-ethnicity, SES, gender and language proficiency trends in mathematics achievement: an update. *Journal for Research in Mathematics Education,* 28(6): 652-679.

Terblanche, H.J. & Odendaal, J.J. 1966. *Afrikaanse woordeboek: verklarend met woordafleidings.* Johannesburg: Afrikaanse Pers-Boekhandel.

Thompson, D. ed. 1995. *Concise Oxford dictionary.* 9th ed. New York: Oxford University Press.

TIMSS. 2003. *Trends in International Mathematics and Science Study.* [Web:] http://nces.ed.gov/timss/TIMSS03Tables.asp [Accessed: 22 Jan. 2005].

TIMSS, 2003a. *Mathematics items. Released set. Eighth Grade.* TIMSS & PIRLS. International Study Center. Lynch School of Education, Boston College. IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement).

TIMSS 2003b. *IEA's TIMSS 2003 International report on achievement.* [Web:] http://timss.bc.edu/timss2003i/mcgdm.html [Accessed: 1 May 2006].

TIMSS 2003c. *TIMSS Assessment frameworks and specifications* [Web:] http://timss.bc.edu/timss2003i/frameworks.html [Accessed: 1 May 2006].

TIMSS, 2003b. Appendix A. *Mathematics cognitive domains framework*: TIMMS 2003 Developmental project fourth and eighth grades)

TIMSS, 2003b. *Mathematics items. Released set. Fourth Grade.* TIMSS & PIRLS. International Study Center. Lynch School of Education, Boston College. IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement).

TIMSS, 2003d. *Mathematics items. Released set. Eighth Grade.* TIMSS & PIRLS. International Study Center. Lynch School of Education, Boston College. IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement).

TIMSS, 2003e. *Mathematics items. Released set. Fourth Grade.* TIMSS & PIRLS. International Study Center. Lynch School of Education, Boston College. IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement).

Tobias, S. 1987. Math anxiety. *Science*, 237 & 1556.

UNESCO. 2004. *Education for all: the quality imperative.* Paris: UNESCO.

Usiskin, Z. 1996. Mathematics as a language. In Elliot, P. (ed.), *NCTM 1996 Yearbook* (231-243). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Vale, C. & Leder, G. 2004. Student views of computer-based mathematics in the middle years: does gender make a difference? *Educational Studies in Mathematics*, 56: 287-312.

Van Damme, J., Opdenakker, M. & Van den Broeck, A. 2004. *Do classes and schools have an effect on attitudes towards mathematics?* IEA: IRC 2004-TIMSS. [Web:] www.iea.nl/irc2004-timss.html [Accessed: 14 Apr. 2006]

Van de Vijver, F.J.R. & Leung, K. 1997a.Methods and data analysis of comparative research. *In*: Berry, J.W., Poortinga, Y.H. & Pandey, J. eds. *Handbook of cross-cultural psychology* (2nd ed., Vol 1:257-300). Boston: Allyn & Bacon.

Van de Vijver, F.J.R. & Poortinga, Y.H. 1994. Methodological issues in cross-cultural studies on parental rearing behavior and psychopathology. *In*: Perris, C., Arrindell, W.A. & Eisemann, M. (eds.), *Parental Rearing and Psychopathology*. Chicester: Wiley.

Van de Vijver, F.J.R. & Poortinga, Y.H. 2005. Conceptual and methodological issues in adapting tests. *In*: Hambleton, R.K., Merenda, P.F. & Spielberger, C.D. eds. *Adapting educational and psychological tests for cross-cultural assessment.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Van de Vijver, F.J.R. & Tanzer, N.K. 2004. Bias and equivallence in cross-cultural assessment: an overview. *European review of Applied Psychology*, 4(47): 263-279.

Van der Walt, B.J. 1999. *Visie op die werklikheid – die bevrydende krag van 'n Christelike lewensbeskouing en filosofie.* Potchefstroom: IRS. (Instituut vir Reformatoriese Studie, Versamelwerke: Reeks F3).

Van der Walt, M. & Maree, K. Do mathematics learning facilitators implement metacognitive strategies? *South African Journal of Education*, 27(2): 223-241.

Van der Walt, M.S, Maree, J.G. & Ellis, S.M. 2006. 'n Ondersoek ma metakognisie in Wiskunde-leer in die senior fase. *SA tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie,* 25(3):177-194.

Van Oers, B. (2000). The appropriation of mathematical symbols: a psychosemiotic approach to mathematics learning. In P. Cobb, E. Yackel & M. McClain (eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms. Perspectives on discourse. Tools, and instructional design.* Mahwah: Erlbaum.

Van Oers, B. (2001). Contextualisation for abstraction. *Cognitive Science Quarterly, 1*(3/4): 279- 306.

Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Van Vaerenbergh, G., Bogaerts, H. & Ratinckx, E. 1999. learning to solve mathematical application problems. *Mathematical Thinking and Learning,* 1: 195-229.

Volmink, J.D. 1993. A different mathematics education for a different South Africa. *Pythagoras*, 31; 32-37.

Von Glaserfeld, E. 1991. Constructivism in education. (*In:* Lewy, A. ed. *The international encyclopedia of Curriculum.* Oxford: Pergamon Press.)

Vygotsky, L.S. 1978. *Mind in society*: the development of higher psychological processes. *In:* Cole, M., John-Steiner, V., Scritmer, & Souberman, E. eds. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wagner, R. & Sternberg, R.J. 1984. Alternative conceptions of intelligence and their implications for education. *Review of Educational Research*, 54(2): 179-223.

Wallace, B. 2007. Persoonlike gesprek op 16 Augustus 2007 te Potchefstroom.

Waller, N.G., Tellegen, A., McDonald, R.P. & Lykken, D. 1996. Exploring non-linear models in personality assessment: development and preliminary validation of a negative emotionality scale. *Journal of Personality*, 64:545=576.

Wigfield, A. & Meece, J.L. 1988. Math anxiety in elementary and secondary school students. *Journal of Educational Psychology*, 80, 210-216.

Williams, W.V. 1988. Answers to questions about maths anxiety. *School Science and Mathematics*, 88(2): 95-104.

Winsteps (2006) Winsteps© Rasch Measurement, Version 3.63.2, Copyright© John M. Linacre www.winsteps.com

Wither, D. 1988. Influences on achievement in secondary school mathematics. *Unicorn*, 14(1): 48-51.

Wittrock, M.C. 1986. Student's thought processes, *In:* Wittrock, M.C. ed. *Handbook of research on teaching.* 3rd ed. New York: Macmillan.

Wong, N.Y. 2000 The conception of mathematics among Hong Kong students and teachers. *In:* Götz, S. & Törner, G. eds. *Proceedings of the MAVI-9 European workshop.* Duisburg, Germany: Gerhard Mercator Universität Duisburg.

Wong, N-Y., Marton, F., Wong, K-M. & Lam, C-C. 2002. Thhe lived space of mathematics learning. *Journal of Mathematical Behavior,* 21: 25-47.

Wong, N.Y. & Watkins, D. 2001. Mathematics understanding: students' perception. The Asia-Pcific *Education Rersearcher*, 10(1): 41-59.

Woolf, H.B. ed. 1977. *Webster's new collegiate dictionary.* Springfield MA: G. & C. Merriam Company.

Wyndhamn, J. & Säljö, R, 1997. Word problems and mathematical reasoning: a study of children's mastery of reference and meaning in textual realities. *Learning and Instruction*, 7: 361-382.

Yates, S.M. 2000. *Task involvement and ego orientation in mathematics achievement: a three year follow-up.* [Web:] http://www.education.curtin.edu.au/iier/iier10/yates.html [Accessed; 24 March 2006].

Yushau, B. & Bokhari, M.A. *s.a.* Language and mathematics: a mediational approach to bilingual Arabs. [Web:] byushau@kfupm.edu.sa (Accessed: 12 Oct. 2007).

Zerwick J. 2007 e-pos: johan.zerwick@nwu.ac.za

Zimmerman, B.J. 1986. Development of self-regulated learning: What are the key subprocesses? *Contemporary Educational Psychology*, 16: 307-313.

Zopp, M.A. 1999. *Math anxiety, the adult student, and the community college.* DEd Thesis.-Northern Illinois University.

Zuber-Skerritt, O. 1992. *Professional development in higher education. A theoretical framework for action research.* London: Kogan Page.

BYLAAG

TOESTEMMINGSBRIEWE

University of Pretoria
Faculty of Education
University of Pretoria
PRETORIA 0002
2005-01-15

☎ 012 420 2130
🖷 086 517 8597
kobus.maree@up.ac.za

TO WHOM IT MAY CONCERN

I, Prof JG Maree hereby give permission to mrs MS van der Walt (University of the North-West (Potchefstroom Campus)) to adapt the SOM, developed by myself during the period 1994-1997 (with input from dr NCW Claassen and mr WBJ Prinsloo (HSRC)). The aims of her envisaged doctoral research include the following:

a) to adapt the SOM for certain primary school populations in the North-West Province (the adapted version will be referred to as the SOM(P));

b) to determine the psychometric properties of the SOM(P); and

c) to calculate provisional sets of norm tables for the primary school populations referred to in (a).

In conjunction with Dr S Ellis we will collaboratively make a number of changes to items of the SOM.

Yours faithfully

.....
PROF JG MAREE

Lefapha la Thuto la Bokone Bophirima
Onderwys Departement van Noord-Wes
Department of Education

16 Nelson Mandela Drive, Mahikeng • Private Bag X10, Mmabatho 2735 • Tel: +27 (18) 387-2000 • Fax: +27 (18) 381-7322 / 381-7345
e-mail: fmashimbye@nwpg.gov.za

CENTRAL REGION

Enquiries: S.J. Hlongwa
018 3972011

TO :Mrs M.S. Van Der Walt
NWU (Potchefstroom Campus)

FROM :Mr S.J. Hlongwa
Acting Executive Regional Manager

DATE :21 May 2007

SUBJECT: PERMISSION REQUESTED TO CONDUCT RESEARCH IN THE CENTRAL REGION:03 PRIMARY SCHOOLS: YOURSELF.

Kindly be informed that permission is granted as per the Acting Superintendent General's letter of approval dated 18 April 2007(with the conditions as stipulated in the letter).

You are welcomed in our schools. Attached please find the following coppies.

1. Your letter of request dated 24 April 2007 and
2. A letter of approval of your request to conduct research in the North West province (12 Primary schools from the Acting Superintendent General).

With best wishes.

ACTING EXECUTIVE REGIONAL MANAGER
MR S.J. HLONGWA

NORTH-WEST UNIVERSITY
YUNIBESITI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NOORDWES-UNIVERSITEIT

Etiekkommittee
Tel (018) +27 18 299 1366
Faks (018) +27 18 297 5308
E-pos Ethics@nwu.ac.za

Geagte Prof J G Maree *(projekleier)*

25 Junie 2007

ETIEK-GOEDKEURING VAN PROJEK

Die Noordwes-Universiteit Etiekkomittee (NWU-EK) keur hiermee u projek goed soos hieronder aangedui. Dit impliseer dat die NWU-EK toestemming verleen dat, onderhewig aan die voldoening aan die spesiale voorwaardes hieronder gespesifiseer en onderhewig aan enige ander toestemming wat nodig mag wees, die projek aanvang mag neem, met gebruikmaking van die etieknommer hieronder.

Projektitel: Aanpassing van die Studie-oriëntasievraelys in Wiskunde vir gebruik in die intermediêre fase

Etieknommer:

N	W	U	-	0	0	0	0	7	-	0	7	-	A	7
Instelling				Projeknommer						Jaar			Status	

Status: S = Indiening; R = Herindiening; P = Voorwaardelike Magtiging; A = Magtiging

Goedkeuringsdatum: 25 Junie 2007 Vervaldatum: 25 Junie 2012

Spesiale voorwaardes van die goedkeuring (indien enige):

Algemene voorwaardes:

Terwyl hierdie etiekgoedkeuring onderworpe is aan al die verklarings, ondernemings en ooreenkomste vervat in onderteken in die aansoekvorm, let asb. op die volgende:

- *Die projekleier (hoofondersoeker) moet in die voorgeskrewe formaat oor die volgende aan die NWU-EC rapporteer:*
  - *jaarliks (of soos andersins versoek) oor die vordering met die projek,*
  - *sonder verwyl oor enige ongewenste insidente (of enige aspek wat gesonde etiese beginsel aantas).*
- *Die goedkeuring is streng gekoppel aan die protokol soos in die aansoekvorm gestipuleer. Sou enige wysigings aan die protokol tydens die verloop van die projek nodig blyk te wees, moet die projekleier vir goedkeuring van hierdie wysigings by die NWU-EC aansoek doen. Sou daar sonder die nodige goedkeuring van die projekprotokol afgewyk word, word die etiese goedkeuring onmiddellik en outomaties verbeur.*
- *Die datum van goedkeuring dui op die eerste datum wat die projek mag begin. Indien die projek moet voortgaan na die vervaldatum, moet 'n nuwe aansoek by die NWU-EC ingedien word en 'n nuwe goedkeuring voor of op die vervaldatum verkry word.*
- *In belang van etiese verantwoordbaarheid behou die NWU-EC hom die reg voor om:*
  - *toegang te versoek tot enige inligting of data te enige tyd tydens die verloop of na afloop van die projek;*
  - *goedkeuring te onttrek of op te skort indien:*
    - *enige onetiese beginsels of praktyke van die projek aan die lig kom of vermoed word.*
    - *dit aan die lig kom dat enige relevante inligting van die NWU-EC weerhou is of dat die inligting vals of verdraai is,*
    - *die voorgeskrewe jaarlikse verslag of rapportering van ongewenste insidente nie tydig en akkuraat was nie,*
    - *nuwe institusionele reëls, nasionale wetgewing of internasionale konvensie dit noodsaak.*

Die Etiekkommittee wil graag tot u diens bly as wetenskaplike en navorser en wens u voorspoed met u projek toe. Moet asb. nie huiwer om die Etiekkommittee te kontak vir enige verdere navrae of versoeke om bystandverlening nie.

Vriendelike groete

Prof M Lowes
(voorsitter NWU Etiekkommittee)

education
Lefapha la Thuto
Onderwys Departement
Department of Education
NORTH WEST PROVINCE

First Floor,
Garona Building
Private Bag X2044,
Mmabatho 2735
Tel.. (018) 387-3429
Fax: (018) 387-3430
e-mail: pjansen@nwpg.gov.za

OFFICE OF THE SUPERINTENDENT-GENERAL

Inquiries: Mpiliso Tyatya
Tel: 018 387 3429
Fax: 018 387 3430
Email: SGedu@nwpg.gov.za

18 April 2007

To: **University of the North West**
Faculty of Education Sciences

Attention: **Ms. M.S. van der Walt**

From: **Mr. H.M. Mweli**
Acting Superintendent-General

PERMISSION REQUESTED TO CONDUCT RESEARCH IN THE NORTH ESST PROVINCE (12 PRIMARY SCHOOLS)

Reference is made to your letter dated 13th April 2007 regarding the above matter. The content is noted and accordingly, approval is granted to your kind self to visit the 12 Primary Schools for the purposes of your research, subject to the following provisions: -

- That you notify Regional Executive Managers in our Regional Offices about your request and this subsequent letter of approval.
- That the onus to notify Principals of your target Schools about your intended visit and purpose rests with your good self.
- That participation in your project will be voluntary.
- That, as far as possible, the general academic programme of the Schools should not be interfered with.
- That the findings of your research must be made available to the Education Department upon request.

With my best wishes.

Mr H.M. Mweli
ACTING SUPERINTENDENT GENERAL

education
Lefapha la Thuto
Onderwys Departement
Department of Education
NORTH WEST PROVINCE

30 Emmanuel Street, Coligny,
Vryburg
Private Bag X21,
Vryburg 8600
Tel.: +27 (53) 928-7503
Fax: +27 (53) 927-0564
Cell: 082 901 0891
e-mail: dmohube@nwpg.gov.za

OFFICE OF THE EXECUTIVE MANAGER: BOPHIRIMA REGION

Enq: Ms M. Kereeditse
Tel: 0539287502
Fax: 0539278564

TO: Ms Marthie van der Walt

FROM: Mrs D.E. Mohube
Acting Executive Manager

DATE: 18 May 2007

This acknowledges receipts of your correspondence dated 16 May 2007

My office grants you the permission to communicate with the said schools accordingly. It will depend entirely on whether the schedules of the schools can accommodate you.

Therefore, proper arrangements are to be made with the said schools by your goodself.

Thank you

MOHUBE D.E (MRS)
ACTING EXECUTIVE MANAGER

Department of Education
Lefapha la Thuto la Bokone Bophirima
Onderwys Departement van Noord-Wes

Toomane Building
8 Greyling Street
Private Bag X1256
POTCHEFSTROOM 2520
TEL: 018 – 299 8216
FAX: 018 – 294 8234
Enquiries: MR H MOTARA
e-mail: hmotara@nwpg.gov.za

CES: PROFESSIONAL AND EDUCATIONAL SUPPORT SERVICE – OFFICE OF THE DIRECTOR
SOUTHERN REGION

02 May 2007

Mrs M S van der Walt
North West University
POTCHEFSTROOM Campus

RE. **PERMISSION TO CONDUCT RESEARCH IN THE SOUTHERN REGION: 3 PRIMARY SCHOOLS**

The above matter refers.

Permission is herewith granted for Mrs M S van der Walt to conduct a research at three (3) primary schools in the Southern Region under the following provisions:

- the activities you undertake at school should not tamper with the normal process of learning and teaching;
- you inform the principals of your identified schools of your impending visit and activity;
- you provide my office with a report in respect of your findings from the research.
- you obtain prior permission from this office before availing your findings for public or media consumption

Kindly inform this office (Mr Motara's office) at which schools in the region the research will take place that we can inform the relevant APOs.

Wishing you well in your endeavour.

Thanking you

DR S H MVULA
ACTING REGIONAL EXECUTIVE MANAGER
SOUTHERN REGION

education
Lefapha la Thuto
Onderwys Departement
Department of Education
NORTH WEST PROVINCE

Teemane Building
8 Greyling Street
Private Bag X1256
POTCHEFSTROOM 2520
Tel.: (018) 299-8216
Fax: (018) 294-8234
Enquiries: MR H MOTARA
e-mail: hmotara@nwpg.gov.za

SOUTHERN REGION

CES: PROFESSIONAL AND EDUCATIONAL SUPPORT SERVICE
OFFICE OF THE DIRECTOR

11 June 2007

Mrs M S van der Walt
Lecturer: Mathematics
North West University
Potchefstroom Campus

PERMISSION TO CONDUCT RESEARCH IN THE SOUTHERN REGION:
3 PRIMARY SCHOOLS

Your correspondence dated 11 June 2007 on the above matter refers.

Permission is hereby granted for you to include P A Theron Primary School and Madibeng Primary School in your research under the conditions stated in our letter dated 02 May 2007 to you.

Thanking you

/14 **DR S H MVULA**
ACTING REGIONAL EXECUTIVE MANAGER
SOUTHERN REGION