GRAAD 12-PUNTE AS VOORSPELLER VAN SUKSES IN WISKUNDE BY 'N UNIVERSITEIT VAN TEGNOLOGIE

ID MULDER

BSc Hons (Wiskunde), BEd

Studentenommer: 10996699

Verhandeling voorgelê vir die graad

MAGISTER EDUCATIONIS

in

Leer en Onderrig

aan die

VAALDRIEHOEKKAMPUS

van die

NOORDWES-UNIVERSITEIT

Vanderbijlpark

Studieleier: Dr J Meintjes

Oktober 2011

VERKLARING

Ek, Isabella Dorothea Mulder, verklaar dat GRAAD 12-PUNTE AS VOORSPELLER VAN SUKSES IN WISKUNDE BY ’N UNIVERSITEIT VAN TEGNOLOGIE my eie werk is en dat daar aan al die bronne wat ek gebruik het met volledige verwysings erkenning gegee is.

Handtekening: _____

Datum: _____

BEDANKINGS

Ek wil die volgende persone bedank:

- My Hemelse Vader in Jesus Christus van wie alle goeie gawes kom, ook die vermoë en wil om te werk.
- My man, Harko, vir sy emosionele ondersteuning, maar ook vir sy daadwerklike hulp.
- My gemeentelede op wie se gebede ek kon staatmaak.
- My gesin, familie en vriende vir hulle belangstelling.
- My studieleier, dr Hannetjie Meintjes, vir haar leiding en aanmoediging.
- Prof Mary Grosser, vir haar waardevolle kommentaar.
- Die biblioteekpersoneel van die Noordwes-Universiteit se Vaaldriehoek-kampus, en in die besonder Martie Esterhuizen.
- Prof Casper Lessing vir die versorging van my bronnelys.
- Aldine Oosthuizen vir die tegniese versorging van my verslag.
- My werkgewers vir hulle ondersteuning, finansieel en andersins.

OPSOMMING

Probleme met studente se Wiskunde-prestasie op tersiêre vlak word algemeen in Suid-Afrika asook wêreldwyd ondervind. Slaagsyfers vir Wiskunde I en II by die universiteit van tegnologie waar die navorser ’n dosent is, is maar ongeveer 50%. By talle universiteite het dit gebruiklik geword om studente wat nie ’n redelike kans op sukses in Wiskunde I het nie vir addisionele hulp te verwys in ’n poging om hierdie situasie aan te spreek. Die vraag is egter watter studente hierdie hulp benodig.

Aangesien die Graad 12 punte in baie gevalle nie as betroubaar beskou word nie, het dit algemeen geword vir universiteite om studente te hertoets by wyse van ’n eie toelatingseksamen of die "National Benchmark Test"-projek. Die vraag ontstaan of sodanige hertoetsing nodig is, aangesien dit tyd en geld kos en ook in die praktyk moeilik is om betyds af te handel.

Talle faktore beïnvloed prestasie in Wiskunde. Faktore op skoolvlak, soos probleme rondom die artikulasie van die kurrikulum op verskillende vlakke, gebrekkig gekwalifiseerde onderwysers, te min onderrigtyd en taalprobleme speel almal ’n rol. Hierdie faktore speel egter ook ’n rol by meeste ander vakke, en tog is dit Wiskunde en die vakke wat op Wiskunde steun wat oor die algemeen meer problematies is. As gevolg hiervan is daar in hierdie studie op die unieke aard van die vak Wiskunde gefokus. Die bepalende rol van voorkennis, die stapsgewyse ontwikkeling van wiskundige denke, en konatiewe faktore soos motivering en deursettingsvermoë is ondersoek.

Op grond van die veronderstelling dat die effek van al hierdie faktore reeds voldoende in die punte vir Graad 12 weerspieël word, is die korrelasie tussen die Wiskunde-punte in Graad 12 en die Wiskunde-punte op tersiêre vlak ondersoek om vas te stel of dit sterk genoeg is om die Graad 12-punte vir Wiskunde as ’n betroubare voorspeller van sukses of mislukking in Wiskunde op tersiêre vlak te gebruik.

Daar is bevind dat die korrelasie tussen Wiskunde-punte in Graad 12 en veral Wiskunde I sterk is, naamlik r = 0,61. Die korrelasie tussen die Wiskunde-

punte in Graad 12 en dié in Wiskunde II gee ’n korrelasie-koëffisiënt van r_s = 0,52. Verder het dit duidelik geword dat veral mislukking redelik akkuraat voorspel kan word op grond van die punte vir Graad 12 Wiskunde. Geen student met ’n Graad 12 Wiskunde-punt van onder 60% het byvoorbeeld daarin geslaag om Wiskunde I en II in die voorgeskrewe twee semesters te voltooi nie, en slegs ongeveer 11% het daarin geslaag om dit na een herhaling suksesvol te voltooi.

Die gevolgtrekking is dus gemaak dat die voorspellingswaarde van die punte vir Wiskunde in Graad 12 betroubaar genoeg is om studente met ’n punt van minder as 60% vir die een of ander vorm van bykomende hulp te verwys.

Sleutelwoorde: Wiskunde, korrelasie, voorspelling van sukses, voorkennis, identifisering van studente vir remediëring, ontwikkeling van wiskundige denke, universiteit van tegnologie.

SUMMARY

Problems with students' performance in Mathematics at tertiary level are common in South Africa − as it is worldwide. Pass rates at the university of technology where the researcher is a lecturer, are only about 50%. At many universities it has become common practice to refer students who do not have a reasonable chance to succeed at university level, for additional support to try to rectify this situation. However, the question is which students need such support?

Because the Grade 12 marks are often not perceived as dependable, it has become common practice at universities to re-test students by way of an entrance exam or the "National Benchmark Test"- project. The question arises whether such re-testing is necessary, since it costs time and money and practical issues make it difficult to complete timeously.

Many factors have an influence on performance in Mathematics. School-level factors include articulation of the curriculum at different levels, insufficiently qualified teachers, not enough teaching time and language problems. However, these factors also affect performance in most other subjects, but it is Mathematics and other subjects based on Mathematics that are generally more problematic. Therefore this study focused on the unique properties of the subject Mathematics. The determining role of prior knowledge, the step-by-step development of mathematical thinking, and conative factors such as motivation and perseverence were explored.

Based on the belief that these factors would already have been reflected sufficiently in the Grade 12 marks, the correlation between the marks for Mathematics in Grade 12 and the Mathematics marks at tertiary level was investigated to assess whether it was strong enough for the marks in Grade 12 Mathematics to be used as a reliable predictor of success or failure at university level.

It was found that the correlation between the marks for Mathematics Grade 12 and Mathematics I especially, was strong (r = 0,61). The Mathematics marks

for Grade 12 and those for Mathematics II produced a correlation coefficient of r_s = 0,52. It also became apparent that failure in particular could be predicted fairly accurately on the basis of the Grade 12 marks for Mathematics. No student with a Grade 12 Mathematics mark below 60% succeeded in completing Mathematics I and II in the prescribed two semesters, and only about 11% successfully completed it after one repetition.

The conclusion was that the reliability of the prediction based on the marks for Grade 12 Mathematics was sufficient to refer students with a mark of less than 60% to receive some form of additional support.

Keywords: Mathematics, correlation, prediction of success, prior knowledge, identification of students for remedial education, development of mathematical thinking, university of technology.

INHOUDSOPGAWE

BEDANKINGS ..... **iii**

OPSOMMING ..... **iv**

SUMMARY ..... **vi**

INHOUDSOPGAWE ..... **viii**

LYS VAN TABELLE ..... **xiv**

LYS VAN FIGURE ..... **xv**

HOOFSTUK 1 ..... **1**

PROBLEEMSTELLING **1**

1.1 INLEIDING EN AGTERGROND **1**

1.2 PROBLEEMSTELLING **1**

1.3 NAVORSINGSDOELSTELLING EN −DOELWITTE **8**

1.4 HIPOTESES **8**

1.5 LITERATUURSTUDIE **9**

1.6 EMPIRIESE STUDIE **11**

1.6.1 Navorsingsraamwerk **11**

1.6.2 Navorsingsontwerp **11**

1.6.3 Navorsingstrategie **11**

1.6.4 Populasie en steekproef **12**

1.6.5 Veranderlikes **12**

1.6.6 Instrumente vir data-insameling **12**

1.6.7 Prosedure vir data-insameling **13**

1.6.8 Statistiese tegnieke 13

1.6.9 Etiese aspekte 13

1.7 BYDRAE VAN HIERDIE STUDIE 14

1.8 BYDRAE VAN DIE STUDIE TOT DIE FOKUSAREA 14

1.9 KONSEPTE WAAROP HIERDIE STUDIE BERUS 15

1.10 HOOFSTUKINDELING 15

1.11 SAMEVATTING 15

HOOFSTUK 2 17

LITERATUURSTUDIE 17

2.1 INLEIDING 17

2.2 KONSEPVERKLARING 17

2.3 KONSEPTUELE RAAMWERK 18

2.4 OORSIG VAN RELEVANTE LITERATUUR 21

2.4.1 Probleme met Wiskunde op tersiêre vlak 21

2.4.2 Probleme met Wiskunde op skoolvlak in Suid-Afrika 22

2.4.3 Moontlike verklarings vir die probleemsituasie 22

2.4.3.1 Kurrikulum-faktore 22

2.4.3.2 Kwalifikasies van onderwysers 23

2.4.3.3 Aantal ure effektiewe onderrig 23

2.4.3.4 Taalvaardigheid van leerders 24

2.4.3.5 Die unieke aard van Wiskunde 25

2.4.3.5.1 Die kennisstruktuur van die vak maak voorkennis 'n vereiste vir sukses 26

2.4.3.5.2 Die ontwikkeling van wiskundige denke is 'n proses wat die stapsgewyse ontwikkeling van aangebore vermoëns vereis 31

2.4.3.5.3 Wiskunde vereis sekere konatiewe en affektiewe vaardighede 35

2.4.4 Remediëring op tersiêre vlak 38

2.4.5 Vereiste voorkennis waarmee die skool leerders moet toerus 40

2.4.6 Implikasies van ontoereikende voorkennis 42

2.5 SAMEVATTING 45

HOOFSTUK 3 46

EMPIRIESE ONDERSOEK 46

3.1 INLEIDING 46

3.2 DOELSTELLING EN DOELWITTE VAN DIE NAVORSING 46

3.3 HIPOTESES 47

3.3.1 Nulhipoteses 47

3.3.2 Alternatiewe hipoteses 48

3.4 VERANDERLIKES 49

3.5 NAVORSINGSMETODOLOGIE 49

3.5.1 Navorsingsparadigma 49

3.5.2 Navorsingsontwerp 50

3.5.3 Navorsingstrategie 50

3.5.4 Geldigheid van die navorsingsmetode 54

3.6 INSTRUMENTE VIR DIE INSAMELING VAN DATA 55

3.6.1 Toetsing 55

3.6.2 Geldigheid en betroubaarheid 55

3.7 POPULASIE EN STEEKPROEF 56

3.8 PROSEDURE VIR DIE INSAMELING VAN DATA 58

3.9 ONTLEDING EN INTERPRETASIE VAN DATA 58

3.10 ETIESE ASPEKTE 59

3.11 SAMEVATTING 61

HOOFSTUK 4 62

ONTLEDING EN INTERPRETASIE VAN DATA 62

4.1 INLEIDING 62

4.2 VERKLARING VAN BEGRIPPE 62

4.3 DATA-INSAMELING 63

4.4 SUIWERING VAN DATA 64

4.5 ONTLEDING VAN DATA 65

4.6 NUL− EN ALTERNATIEWE HIPOTESES I 66

4.6.1 Korrelasie tussen Wiskunde-punte in Graad 12 en dié in Wiskunde I 66

4.6.2 Korrelasie tussen Wiskunde-punte in Graad 12 en dié in Wiskunde II 71

4.6.3 Korrelasie tussen punte in Wiskunde I en Wiskunde II 73

4.7 NUL− EN ALTERNATIEWE HIPOTESES 2 76
4.8 NUL− EN ALTERNATIEWE HIPOTESES 3 77
4.8.1 Ontleding van kategorieë 79
4.9 NUL− EN ALTERNATIEWE HIPOTESES 4 84
4.10 SAMEVATTING 85
HOOFSTUK 5 86
OPSOMMING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS 86
5.1 INLEIDING 86
5.2 OPSOMMING 86
5.2.1 Hoofstuk 1 86
5.2.2 Hoofstuk 2 86
5.2.3 Hoofstuk 3 86
5.2.4 Hoofstuk 4 87
5.3 BEVINDINGS OP GROND VAN DIE LITERATUURSTUDIE 87
5.4 BEVINDINGS OP GROND VAN DIE EMPIRIESE ONDERSOEK 89
5.5 BEREIKING VAN DOELWITTE 91
5.5.1 Doelwit 1 91
5.5.2 Doelwit 2 92
5.5.3 Doelwit 3 92
5.5.4 Doelwit 4 92
5.5.5 Doelwit 5 93

5.5.6 Doelwit 6 93

5.6 AANBEVELINGS 94

5.7 BEPERKINGS 95

5.8 TOEKOMSTIGE STUDIES 96

5.9 SAMEVATTING 97

BIBLIOGRAFIE 98

BYLAE A 107

DATA: WISKUNDE-PUNTE 107

BYLAE B 119

TOESTEMMING: DEPARTEMENT VAN ONDERWYS 119

BYLAE C 120

TOESTEMMING: STUDENTE 120

BYLAE D 121

GOEDKEURING: ETIEKKOMITEE 121

LYS VAN TABELLE

Tabel 2.1: Voorkennis uit die kurrikulum van die VOO-fase wat vir Wiskunde I sillabus benodig word 41

Tabel 4.1: Vergelyking van studente wat Wiskunde I geslaag het met dié wat Wiskunde I gedruip het 69

Tabel 4.2: Korrelasies tussen Wiskunde-punte op verskillende vlakke in Graad 12 en die punte vir Wiskunde I 76

Tabel 4.3: Moontlike uitkomste vir studente 78

Tabel 4.4: Studente wat suksesvol was vergelyk met studente wat onsuksesvol was asook studente wat slegs Wiskunde I gedoen en geslaag het en studente wat gedeeltelik suksesvol (3 semesters) was 80

Tabel 4.5: Toetsing van Hipotese 4: punte vir Wiskunde II..... 85

LYS VAN FIGURE

Figuur 2.1: Konseptuele Raamwerk: Studie-aannames saamgestel uit die literatuurstudie 18

Figuur 2.2: Studie-oorsig 20

Figuur 4.1: Punte vir Wiskunde I teenoor punte vir Wiskunde in Graad 12 in persentasie 67

Figuur 4.2: Slaagpersentasie en persentasie studente in Wiskunde I vir verskillende vlakke van punte vir Wiskunde in Graad 12..... 69

Figuur 4.3: Vergelyking van studente wat Wiskunde I geslaag het met dié wat Wiskunde I gedruip het 70

Figuur 4.4: Punt vir Wiskunde II teenoor Wiskunde-punt in Graad 12 71

Figuur 4.5: Slaagpersentasie en persentasie studente in Wiskunde II vir verskillende puntevlakke vir Wiskunde in Graad 12 73

Figuur 4.6: Korrelasie tussen punte vir Wiskunde II en Wiskunde I..... 74

Figuur 4.7: Slaagpersentasie en persentasie studente in Wiskunde II vir verskillende puntevlakke in Wiskunde I 75

Figuur 4.8: Wiskunde-punte vir Wiskunde I en Graad 12 van studente in verskillende kategorieë 81

Figuur 4.9: Studente wat suksesvol was (twee semesters) teenoor studente wat heeltemal onsuksesvol was..... 82

Figuur 4.10: Persentasie studente op elke vlak wat suksesvol was in Wiskunde I of II (let daarop dat 30% van die groep slegs Wiskunde I gedoen het)..... 83

HOOFSTUK 1

PROBLEEMSTELLING

1.1 INLEIDING EN AGTERGROND

Soos by die meeste ander tersiêre inrigtings wêreldwyd word ernstige probleme met studente se prestasie in Wiskunde ondervind by universiteite van tegnologie (Carmody *et al.,* 2006:24; Louw, 2009:367). Wiskunde I en II, beide semesterkursusse, word aangebied vir studente in die Fakulteit Toegepaste Wetenskappe. Dit vorm deel van byvoorbeeld ingenieurswese en informatika by die universiteit van tegnologie waar die navorser 'n dosent in Wiskunde is. Uit persoonlike ervaring weet die navorser dat deurvoersyfers vir beide semesters ongeveer 50% is.

Hierdie situasie is kommerwekkend. Die vermorsing van tyd en geld is onaanvaarbaar, maar selfs belangriker as die finansiële implikasies, is die feit dat Suid-Afrika mense met tegnologiese kwalifikasies dringend benodig (Mji & Makgato, 2006:264; Engelbrecht *et al.,* 2009:291; Rademeyer, 2009:394). In weerwil hiervan slaag universiteite eenvoudig nie daarin om genoeg gekwalifiseerde werkers op tegnologiese gebied te lewer nie. Verder word potensieel nuttige landsburgers tot halfgeskoolde arbeid of selfs werkloosheid gedoem.

In hierdie studie is gepoog om juis die probleem te ondersoek. Die navorser het spesifiek gekonsentreer op die akkurate identifisering van studente met 'n beduidende risiko om onsuksesvol te wees in die voltooiing van hulle studies in Wiskunde. Daar word gehoop dat die akkurate identifisering van sodanige gevalle daartoe sal bydra om studente betyds van die nodige hulp te voorsien.

1.2 PROBLEEMSTELLING

Meer as tweeduisend studente skryf jaarliks vir Wiskunde I in by die betrokke universiteit van tegnologie waar die navorser 'n dosent is. Ongeveer die helfte van hierdie studente druip. Dit is natuurlik nie 'n probleem wat uniek is aan universiteite van tegnologie nie, maar word ook by tradisionele

universiteite in Suid-Afrika en elders in die wêreld aangetref (Carmody *et al.*, 2006:24; Hong *et al.*, 2009:241, 242). In die algemeen word die hoë druipsyfer toegeskryf aan die feit dat die standaard van Wiskunde-onderrig op skool nie voldoen aan die vereistes wat tersiêre studie aan studente stel nie (Maree *et al.,* 2006:229; Schöer *et al.,* 2010:11, 12).

Studente wat Wiskunde I druip, herhaal in baie gevalle die kursus. Dit waarborg egter steeds nie die suksesvolle voltooiing van die kursus nie. Die navorser weet uit ervaring dat die druippersentasie vir herhalers selfs hoër is as dié van nuutingeskrewe studente. As die oorsaak van die probleem, soos wat betoog sal word, gebrekkige voorkennis is, is die herhaling van dieselfde kursus nie ’n oplossing nie. In hierdie geval dra ongereelde klasbywoning weens roosterbotsings of later selfs werksverpligtinge moontlik by tot swakker prestasie. Wat ook al die rede mag wees, hierdie studente se sukses bly beperk ten spyte daarvan dat hulle ’n ekstra semester of meer aan Wiskunde spandeer. Die navorser neem hierdie situasie as ’n dosent in Wiskunde voortdurend waar.

Dit mag wees dat die toelatingsvereistes vir Wiskunde I nie op realistiese vlakke gestel is nie. In die huidige situasie in Suid-Afrika, soos hieronder uiteengesit word, is dit egter nie realisties om die toelatingsvereistes by universiteite van tegnologie te verhoog om ’n noemenswaardige hoër slaagsyfer te verseker nie. Eerstens het die land tegnologies gekwalifiseerde mense eenvoudig te nodig (Eiselen *et al.*, 2007:38). Tweedens kan studente van skole en gemeenskappe afkomstig wees waar die nagevolge van ’n ongelyke onderwysbedeling nog steeds − en waarskynlik vir baie jare nog − manifesteer in ’n swakker gehalte van skoolonderrig. Hierdie studente kan egter geensins die geleentheid tot tersiêre onderrig ontsê word nie (Nair, 2002:95, 96; Maree *et al.*, 2006:229, 230; Eiselen *et al.*, 2007:39; Schöer *et al.*, 2010:10). Sover dit binne die vermoë van die universiteite is, moet alles moontlik gedoen word om hierdie studente vroegtydig te identifiseer sodat hulle op die een of ander wyse gehelp kan word om wel suksesvol te wees in hulle studies.

Sparks (2003:331) merk op dat dit ongeveer 21 jaar en 9 maande neem om ’n behoorlik gekwalifiseerde landsburger af te lewer. Hierdie opmerking berus op die algemene aanname dat ’n leerder se prestasie in enige spesifieke jaar in ’n groot mate beïnvloed word deur sy/haar prestasie in die voorafgaande jaar. Veranderinge in die onderwysstelsel neem dus baie lank om deur te werk. Voordat enige van hierdie veranderinge enigsins na leerders kan deurwerk, moet die onderwysers eers meer effektiewe onderrigmetodes en beter vakkennis internaliseer, wat ’n proses is wat op sigself tydsaam is (Mji & Makgato, 2006:262).

Hieruit behoort dit duidelik te wees dat verbeteringe in die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel nie binne die bestek van enkele jare verwag kan word nie. Universiteite moet binne die huidige realiteite die beste doen vir studente wat deur die skole afgelewer word. Die meeste universiteite in Suid-Afrika doen reeds opgradering vir studente wat glad nie kwalifiseer om vir Wiskunde in te skryf nie (Mji & Makgato, 2006:254). Die fokus van hierdie studie is egter die groot aantal studente wat tog toegelaat word om vir Wiskunde I by universiteite van tegnologie in Suid-Afrika te registreer, en dan nie die kursus slaag nie.

Thurston (1990:844, 845) wys op die probleem dat beleidmakers dikwels nie die aard van Wiskunde verstaan nie. Die navorser ervaar ook dat diegene wat besluite rondom toelatingsvereistes neem, nie altyd die besondere probleme by die onderrig van Wiskunde begryp nie. Studente word dan met goeie bedoelings “gehelp” deur hulle toe te laat om vir Wiskunde te registreer, alhoewel hulle nie heeltemal aan die vereistes voldoen nie. Verder word die datum vir laatregistrasies dikwels uitgestel sodat studente weke laat by ‘n klas aansluit. Die sekwensiële aard van Wiskunde word egter nie voldoende verreken by so ’n besluit nie. Die toelating van studente tot kursusse waarin hulle geen redelike kans op sukses het nie, strek niemand tot voordeel nie. Indien sodanige studente vroegtydig geïdentifiseer kan word, kan hulle moontlik deur ’n oorbruggingskursus of ’n verlengde studieprogram gehelp word om tog die kursus van hulle keuse suksesvol te voltooi. Alhoewel

identifisering van sodanige studente nie die probleem sal oplos nie, is dit tog ’n noodsaaklike beginpunt vir ’n moontlike oplossing.

Baie universiteite het reeds hulle eie “toelatingseksamen” geïmplementeer − nie om studente weg te wys nie, maar om hulle effektief volgens hulle vermoë te kanaliseer in toepaslike Wiskunde-kursusse (Carmody *et al.*, 2006:24; Botha *et al.*, 2008:1-4; Potgieter *et al.*, 2008:1). Ander universiteite oorweeg dit om gebruik te maak van die "National Benchmark Test"-projek (NBT), ’n inisiatief van Higher Education South Africa (HESA) (2009:3). Alle studente wat aansoek doen om te registreer, moet dan ’n eksterne eksamen aflê. In die geval van studente wat vir Wiskunde wil inskryf, word die spesifieke vlak van voorkennis soos veronderstel deur die Graad 12 Wiskunde-sillabus, getoets. Hierdie eksamen is streng gestandaardiseer en behoort baie betroubare resultate te lewer (HESA, 2009:7). Studente wat nie bevredigend in so ’n eksamen presteer nie, word geadviseer om ’n oorbruggingskursus te volg of vir ’n langer program as die normale in te skryf. Sodanige program maak voorsiening vir die opgradering van studente se voorkennis en dit bied ook uitgebreide hulp aan studente met probleme in Wiskunde.

Die vraag ontstaan of dit werklik nodig is om studente ’n tweede keer te toets. Toets die Graad 12-eksamen dan nie presies die vlak van voorkennis soos dit veronderstel word deur die Graad 12 Wiskunde- kurrikulum nie? Nie alleen plaas só ’n tweede toetsing ’n groot addisionele las op die fasiliteite van universiteite nie, maar dit veroorsaak ook baie logistieke probleme (soos hierna verduidelik sal word).

Groot getalle studente doen nie vroegtydig formeel aansoek by universiteite van tegnologie nie en baie studente word nog ’n geruime tyd nadat klasse begin het geregistreer. Dit word geïllustreer deur die feit dat minder as tien studente uit die groep van ongeveer 600 eerstejaars wat in 2009 aanvanklik in hierdie studie ondersoek is, reeds in 2008 geregistreer het. Die res van die groep het eers aan die begin van 2009 vir die kursus geregistreer (soos blyk uit hulle studentenommers). Ongeveer 200 van die groep het só laat geregistreer dat hulle nie meer in die beskikbare Wiskunde-groepe geakkommodeer kon word nie. Hierdie studente moes daarom tot die tweede

semester wag om Wiskunde I (’n semesterkursus) aan te pak. Hulle resultate kon gevolglik ook nie vir die studie gebruik word nie. Hierdie wagperiode dra waarskynlik by tot ’n verlies aan voorkennis en gebrekkige prestasie.

In die praktyk word dit baie moeilik om studente betyds te toets en effektief te kanaliseer na programme wat addisionele hulp bied in die bemeestering van Wiskunde. Dit kan ook aanvaar word dat daar ’n groter persentasie studente met probleme sal wees onder dié wat laat registreer as onder die ander. Die navorser ervaar dat klasse eers vol word ná die einde van die eerste maand na die aanvang van die universiteitsjaar. By navrae bevestig studente en administratiewe personeel dat heelwat studente eers aan die einde van die eerste maand kan registreer vanweë ’n gebrek aan fondse. Aangesien daar ’n hoë positiewe korrelasie tussen sosio-ekonomiese probleme en swak Wiskunde-prestasie bestaan (Howie, 2002:243), kan daar dus aangeneem word dat laatregistrasies ’n hoër persentasie probleemgevalle sal oplewer.

Voordat die moeisame roete van hertoetsing gevolg word, sal dit nuttig wees om eers absoluut seker te maak of die reeds beskikbare Graad 12 Wiskunde-punt nie tog ’n voldoende en akkurate voorspelling van studente se sukses in Wiskunde bied nie. In ’n studie onder ’n groep studente in hulle eerste jaar aan die Universiteit van Pretoria is bevind dat daar ’n hoë korrelasie tussen die Graad 12 Wiskunde-punt en studente se sukses in veterinêre verpleging was (Botha *et al.*, 2003:134). Ook Van der Flier *et al.* (2003:408) het in ’n studie by die Universiteit van die Noorde bevind dat die Graad 12 Wiskunde-punte beduidend bydra tot akkurate voorspelling van sukses in hulle *University of the North Foundation Year*. In ’n studie deur McFate en Olmsted (1999:563, 565) oor die waarde van plasingstoetse vir tersiêre studie, wys hulle daarop dat die belangrikste vraag nie noodwendig die korrelasie tussen die resultate van sodanige toetse en prestasie in ’n spesifieke vak is nie. Die voorspelling van sukses is in hierdie geval belangriker as die spesifieke punt wat die student kan behaal.

Ten spyte van die genoemde studies, word die bewering dikwels gemaak dat die Graad 12 Wiskunde-punte nie “betroubaar” is nie, en by implikasie nie as voorspeller van sukses in Wiskunde op tersiêre vlak kan dien nie (Botha *et al.*,

2003:133). Hierdie bewering moet egter versigtig ondersoek word. In baie gevalle word studente nie op grond van hulle Graad 12-eindeksamenpunte gekeur nie, maar op grond van hulle Graad 11-eindeksamen of hulle Graad 12-rekordeksamenpunte. Hierdie punte kan om minstens twee redes nie betroubaar wees nie. Die eerste is dat hierdie eksamens nie noodwendig ekstern opgestel of nagesien word nie. Die standaard is dus nie dieselfde vir alle leerders nie. Tweedens het die navorser beide as onderwyser en ouer ervaar dat skole dikwels leerders se punte aanpas om hulle 'n beter kans te bied om vir 'n spesifieke kursus gekeur te word.

Die Graad 12-eindeksamenpunte verteenwoordig egter die resultaat van 'n eksterne eksamen wat nasionaal gestandaardiseer is. Ongeag van die standaard van die eksamen, behoort dit tog te kan dien as 'n basis waarvolgens leerders aan gestelde kriteria gemeet word (Schöer *et al.*, 2010:10). Voordat daar dus tot die skryf van 'n toelatingseksamen oorgegaan word, lyk dit baie belangrik om seker te maak of die Graad 12 Wiskunde-punt nie tóg 'n betroubare voorspeller van sukses is nie. Het universiteite dalk hulle afsnypunt vir toelating te laag gestel? Moet daar nie eenvoudig aanvaar word dat leerders wat, argumentsonthalwe, onder 60% vir Wiskunde in die Graad 12-eksamen behaal het, nie 'n kans op sukses in 'n normale program op universiteit het nie en daarom na 'n verlengde program verwys moet word nie? Hierdie vraag kan tereg gevra word, aangesien die navorser daarvan bewus is dat universiteite van tegnologie in die algemeen laer toelatingsvereistes stel as die tradisionele universiteite. Botha *et al.* (2003:134) het bevind dat die gemiddelde Wiskunde-punt in Graad 12 vir studente wat suksesvol was in veterinêre verpleging 57,23% was. Hierteenoor was die gemiddelde punt van dié wat gedruip het 51,82%.

Botha *et al.* (2008:3) rapporteer 'n korrelasie van $r = 0,60$ vir die voorspelling van die prestasie van eerstejaars by die Universiteit van Stellenbosch. Ses veranderlikes word hier gebruik, naamlik die gemiddelde punt in Graad 12, die Graad 12-punte vir Engels, Afrikaans, Wiskunde en Natuurwetenskap, en die punt wat in die universiteit se eie toelatingstoets toegeken word. Wanneer

tien kwalitatiewe faktore hier bygevoeg word, verbeter die korrelasie na r = 0,63.

Potgieter *et al.* (2008:12) het ‘n korrelasie van r = 0,56 gevind tussen “person measure” en prestasie in Chemie by eerstejaarstudente in ‘n toets wat aan die Universiteite van Kaapstad en Pretoria ontwikkel is om studente se gereedheid vir studie in Chemie te bepaal. Hulle het ook soortgelyke en selfs hoër korrelasies gevind tussen die Wiskunde-punte vir Graad 12 en studente se prestasie in Chemie. Die korrelasies was, respektiewelik, r = 0,716 en r = 0,487 vir die universiteite.

Die vraag is of hierdie korrelasies ’n noemenswaardige beter voorspellingswaarde bied as die Graad 12 Wiskunde-punt.

In die lig van die voorafgaande is die volgende sentrale vraag ondersoek:

In watter mate bestaan daar ’n korrelasie tussen die Graad 12 Wiskunde-punte en die prestasie wat in Wiskunde I en II verkry is?

Hierdie vraag kan in die volgende sub-vrae onderverdeel word:

- Watter faktore kan moontlik die probleemsituasie met Wiskunde op skool verklaar?
- In watter mate is die Graad 12 Wiskunde-punte ’n betroubare voorspeller van sukses in Wiskunde I en II by ’n universiteit van tegnologie?
- Hoe nodig is ’n toelatingseksamen vir die kanalisering van studente vir addisionele hulp?
- Hoe betroubaar kan studente op grond van hulle Graad 12 Wiskunde-punte in twee groepe verdeel word – diegene wat ’n redelike kans op sukses het en dié wat slegs ’n minimale kans het?
- Hoe beduidend is die verskil tussen die prestasie van studente in Wiskunde II wat die kursus aanpak direk na voltooiing van Wiskunde I, en dié wat eers ’n semester oorslaan (met die gevolglike verlies aan voorkennis)?

- In watter mate word die bepalende invloed van voorkennis op toekomstige sukses geïllustreer deur ’n vergelyking van die inhoud van die Wiskunde I-sillabus by ’n universiteit van tegnologie met die skoolkurrikulum vir Wiskunde?

1.3 NAVORSINGSDOELSTELLING EN −DOELWITTE

Die doelstelling van hierdie studie was om ’n korrelasie tussen die Graad 12 Wiskunde-punte en prestasie in Wiskunde I en II op universiteitsvlak te toon. Indien ’n korrelasie getoon kan word, sou die Graad 12 Wiskunde-punte gebruik kon word om ’n student se kanse op sukses in Wiskunde I te voorspel. Op grond daarvan kan studente wat nie ’n redelike kans op sukses het nie, verwys word vir die een of ander vorm van addisionele hulp om sodoende hulle kanse op sukses te verhoog.

Die doelwitte was om te bepaal watter faktore moontlik bydra tot die probleemsituasie met Wiskunde op skool, in watter mate die Graad 12 Wiskunde-punte ’n betroubare voorspeller van sukses in Wiskunde I en II is, hoe nodig ’n toelatingseksamen vir die kanalisering van studente vir addisionele hulp is, en hoe betroubaar studente op grond van hulle Graad 12 Wiskunde-punte verdeel kan word in twee groepe, naamlik dié wat ’n redelike kans op sukses het, en dié wat slegs ’n minimale kans op sukses het. Verdere doelwitte was om die beduidendheid van die verskil te bepaal tussen die prestasie van studente wat ’n semester oorgeslaan het tussen Wiskunde I en II, en dié wat nie ’n semester oorgeslaan het nie, en om te bepaal in watter mate die invloed van voorkennis op toekomstige sukses geïllustreer kan word deur ’n vergelyking van die inhoud van die kurrikulums vir Wiskunde in Graad 10 tot 12 en vir Wiskunde I.

1.4 HIPOTESES

Die navorsingsvrae en -doelwitte het gelei tot die formulering van vier hipoteses. Hierdie hipoteses dui op die korrelasie tussen die student se Wiskunde-prestasie in Wiskunde I en II en in Graad 12 in die algemeen en ten tweede op spesifieke prestasievlakke in Wiskunde in Graad 12, die korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en die tyd wat dit ’n student neem om

Wiskunde I en II te voltooi en ten slotte die verskil in prestasie tussen studente wat direk aangaan met Wiskunde II na voltooiing van Wiskunde I, en dié wat ’n semester oorslaan. Die nulhipoteses is die volgende:

H_0^1: Daar is geen korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en Wiskunde I en II nie.

H_0^2: Daar is geen korrelasie tussen Wiskunde-prestasie op enige vlak in die Graad 12-eksamen en prestasie in Wiskunde I nie.

H_0^3: Daar is geen korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in die Graad 12-eksamen en die tyd wat ’n student neem om Wiskunde I en II te voltooi nie.

H_0^4: Daar is geen statisties beduidende verskil tussen die prestasie van studente wat direk aangaan met Wiskunde II na voltooiing van Wiskunde I en studente wat ’n semester oorslaan nie.

Alternatiewe hipoteses is ook vir die studie geformuleer en word in Hoofstuk 3 vermeld (*cf*. 3.3.2).

1.5 LITERATUURSTUDIE

In die literatuurstudie is gefokus op primêre en sekondêre bronne in boeke, joernale en internetartikels wat onder meer oor die volgende aspekte handel:

- Kwantitatiewe navorsingsmetodes.
- Die unieke aard van die vak Wiskunde.
- Die voorkoms en hantering van onderprestasie in Wiskunde by tersiêre inrigtings (plaaslik en internasionaal).
- Navorsing in Wiskunde-onderrig en die onderrig van onderpresteerders in Wiskunde.

- Die aard van wiskundige kennis (wat die aanleer en internalisering daarvan kan bemoeilik).
- Die belangrikheid van voorkennis in die onderrig van Wiskunde.
- Die inhoud van die skoolkurrikulum in vergelyking met die inhoud van die universiteitsillabus.
- Die TIMSS-studie se bevindinge.

Sover moontlik is primêre bronne, waarna in die bronne wat reeds geraadpleeg is verwys word, opgespoor.

Beide Suid-Afrikaanse joernale (bv. South African Journal of Education, Pythagoras, South African Journal of Science, African Journal of Research in SMT Education, Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie, Perspectives in Education, South African Journal of Higher Education, en Journal of SAARMSTE) en internasionale joernale vir Wiskunde-onderrig (bv. Educational Studies in Mathematics) is geraadpleeg.

Die volgende databasisse was beskikbaar: EbscoHost, JSTOR, Nexus, Sabinet en ERIC.

Die inhoud van Wiskunde-beleidsdokumente van die Onderwysdepartement en die universiteitsillabus is ook ontleed.

Trefwoorde (in Afrikaans asook die Engelse vertalings daarvan) vir ’n internetsoektog het die volgende ingesluit: Wiskunde, voorspelling van sukses, kennisverwerwing in Wiskunde, probleme met verwerwing van Wiskunde-kennis, vertikale kennisstruktuur, Wiskunde as taal, unieke aard van Wiskunde, oorbruggingskursus, voorkennis, ensovoorts. In die soektog is gefokus op bronne wat die struktuur van Wiskunde verduidelik en waarin verklaar word waarom studente so dikwels probleme ervaar as gevolg van gebrekkige voorkennis.

1.6 EMPIRIESE STUDIE

1.6.1 Navorsingsraamwerk

Die epistemologiese uitgangspunt van hierdie kwantitatiewe studie, wat op korrelasies berus, is positivisties (Maree, 2007:32). Daar word dus aangeneem dat kennis nie relatief is nie, maar dat dit ontdek kan word en dat waargenome verhoudinge die basis kan vorm van voorspellings vir die toekoms. Hipoteses kan gestel en getoets word en sodoende kan kennis toeneem.

1.6.2 Navorsingsontwerp

Aangesien die korrelasies tussen Wiskunde-punte in Graad 12 en Wiskunde I en II op tersiêre vlak ondersoek is, is besluit om ’n kwantitatiewe studie te doen. Eerstens is ’n literatuursoektog geloods om vas te stel watter studies reeds oor die saak beskikbaar is, en in hoe ’n mate die inhoud van die skoolkurrikulum en dié van ’n universiteit van tegnologie ooreenstem. Tweedens is ’n empiriese studie gedoen waarin ’n spesifieke groep studente se skool- en universiteitspunte statisties ontleed is.

1.6.3 Navorsingstrategie

’n Korrelasiestudie is ’n kwantitatiewe navorsingstrategie waar die verwantskap tussen verskillende veranderlikes ondersoek word (Creswell, 2005:325). Die verwantskap tussen veranderlikes kan verduidelik word en gebruik word om die afhanklike veranderlike te voorspel op grond van die waarde van die onafhanklike veranderlike. Die verwantskap dui egter nie ’n kousale verband aan nie. Die mate waartoe verandering in die onafhanklike veranderlike weerspieël word deur verandering in die afhanklike veranderlike, is ook ondersoek. Hierdie verwantskap kan gebruik word om die variansie in die afhanklike veranderlike te verduidelik of as ’n voorspeller van die waarde daarvan (Creswell, 2005:327).

1.6.4 Populasie en steekproef

Die populasie van hierdie studie sluit alle studente in Suid-Afrika in wat in 2008 Graad 12 volgens die Nuwe Kurrikulum Verklaring met Wiskunde as vak voltooi het, en wat in die eerste semester van 2009 vir Wiskunde I ingeskryf het by een van die ses Suid-Afrikaanse universiteite van tegnologie. Die steekproef is al sodanige studente by ’n spesifieke universiteit waar die navorser ’n dosent is (voortaan "die universiteit" genoem). ’n Doelmatige en gerieflikheidssteekproef is dus gebruik.

1.6.5 Veranderlikes

Die onafhanklike veranderlike vir die eerste twee hipoteses (*cf.* 1.4) is die Graad 12 Wiskunde-punt van die studente in die steekproef. Die afhanklike veranderlike is respektiewelik die Wiskunde I- en Wiskunde II-punte van die studente. Hierdie veranderlikes is kontinu. Vir Hipotese 3 word die Graad 12 Wiskunde-punte van studente wat Wiskunde I en II oor twee semesters suksesvol voltooi het vergelyk met dié van studente wat onsuksesvol was. Hier is die onafhanklike veranderlike die Graad 12 Wiskunde-punt en die afhanklike veranderlike die kategorieë “suksesvol” en “onsuksesvol”. Vir die vierde hipotese is ’n vergelyking getref tussen die prestasie in Wiskunde II van die groep wat ’n semester oorgeslaan het tussen Wiskunde I en II en dié wat nie oorgeslaan het nie, ten einde vas te stel of daar ’n statisties beduidende verskil tussen hulle prestasies is. Vir hierdie laaste hipotese is die onafhanklike veranderlike die punte vir Wiskunde II en die afhanklike veranderlike die kategorieë “slaan ‘n semester oor” en “slaan nie ‘n semester oor nie”.

1.6.6 Instrumente vir data-insameling

Die data bestaan uit die Graad 12 Wiskunde-punt en die finale punte vir Wiskunde I en II van studente, asook die tydperk waaroor elke student sy/haar studie voltooi.

1.6.7 Prosedure vir data-insameling

Die Graad 12 Wiskunde-punte is uit die rekords van die verkry. Die Wiskunde I en II-punte is uit die rekords van die universiteit verkry. Die punt is saamgestel uit studente se jaarpunte en eksamenpunte wat elk 50% bydra. Die jaarpunt word saamgestel uit drie semestertoetse en tutoriaalpunte wat in die verhouding 80:20 verreken word. Tutoriaalpunte word deurlopend ingesamel.

1.6.8 Statistiese tegnieke

Inferensiële statistiek is gebruik om die korrelasie-koëffisiënte tussen die Graad 12 Wiskunde-punt en die Wiskunde I-punt, asook die Graad 12 Wiskunde-punt en die Wiskunde II-punt te bepaal. Die kovariansie van die twee veranderlikes is ondersoek met behulp van die Pearson-korrelasie-koëffisiënt. Waar bevind is dat die verwantskap tussen die veranderlikes nie reglynig is nie, is die Spearman rho-koëffisiënt gebruik. 'n Hoë positiewe korrelasie (relatief naby aan 1) dui daarop dat sukses of mislukking in Wiskunde I of II betroubaar voorspel kan word op grond van leerders se Graad 12 Wiskunde-punte. Studente sal dus op grond van 'n swak Graad 12 Wiskunde-punt verwys kan word vir addisionele hulp, wat byvoorbeeld 'n oorbruggingskursus of 'n verlengde program kan insluit.

Die kategorieë "suksesvol" en "nie suksesvol" is daarna ondersoek om vas te stel watter Graad 12 Wiskunde-punt as 'n afsnypunt beskou kan word om sukses in Wiskunde op tersiêre vlak te verseker. Daarvoor is beskrywende en inferensiële statistiek gebruik. Op grond van die korrelasie-koëffisiënte wat deur die statistiese ontleding van die data verkry word, is gevolgtrekkings gemaak. 'n T-toets is gebruik om vas te stel of die verskil in prestasie tussen studente wat 'n semester oorslaan tussen Wiskunde I en Wiskunde II en dié wat nie oorslaan nie beduidend is.

1.6.9 Etiese aspekte

Toestemming vir die gebruik van punte is verkry van die Departement van Onderwys, die betrokke universiteit, asook alle studente wat deel van die

steekproef vorm. Die data word nie aan studente se name gekoppel nie, maar anoniem gerapporteer. Die verpligte etiese aansoekvorm van die Noordwes-Universiteit is voltooi ten einde magtiging te verkry om die studie uit te voer (*cf*. Bylaag D).

1.7 BYDRAE VAN HIERDIE STUDIE

Die resultaat van die studie is ’n aanbeveling oor die maatstawwe wat gebruik kan word om studente te identifiseer wat glad nie die nodige vlak van voorkennis in Graad 12 Wiskunde bereik het om ’n redelike kans op sukses in Wiskunde aan ’n universiteit van tegnologie te verseker nie.

1.8 BYDRAE VAN DIE STUDIE TOT DIE FOKUSAREA

Navorsing oor die korrelasie tussen Graad 12-punte in Wiskunde in Suid-Afrika en studente se verdere prestasie in Wiskunde op tersiêre vlak is tans onvoldoende. Tog bestaan die neiging om die Graad 12 Wiskunde-punte as ’n voorspeller van sukses te verwerp en steeds meer te steun op die uitslae van onafhanklike toetsing. Hierdie studie behoort ’n beduidende bydrae te lewer om te toon of die Graad 12 Wiskunde-punte betroubaar is as ’n voorspeller van sukses. Dit mag verder ook die gevolge van gebrekkige voorkennis vir die sukses van die student se verdere wiskundige studies illustreer. Volgens Bernstein (1999:164) se voorstelling van die struktuur van Wiskunde is voorkennis uiters belangrik vir sukses in die vak. Hy beskryf Wiskunde as ’n reeks tale met ’n baie sterk grammatika. Hy verduidelik dat dit ontstaan as die produk van ’n vertikale diskoers met ’n hoë mate van abstraksie wat dit ver van die algemene publiek se alledaagse lewe verwyder. Wiskunde is dus, volgens hierdie model, nie algemene kennis nie. Sukses berus hiervolgens op die stapsgewyse opbou van gespesialiseerde kennis en vaardighede.

Dit is baie belangrik vir alle instansies wat by die onderrig van studente betrokke is om met sekerheid te kan voorspel watter studente ’n redelike kans op sukses in hulle verskillende programme het. Die toelating van studente tot programme waarin hulle geen redelike kans op sukses het nie, bevoordeel niemand nie. Inteendeel vermors dit tyd, geld en talente. Indien sodanige

studente vroegtydig en akkuraat geïdentifiseer kan word, kan hulle moontlik deur ’n oorbruggingskursus of ’n verlengde studieprogram gehelp word om wel die program van hulle keuse suksesvol te voltooi. Aangesien Suid-Afrika ’n groot tekort aan tegnologies gekwalifiseerde persone ondervind, en Wiskunde-onderrig vir sodanige kwalifikasies onontbeerlik is, moet alles moontlik gedoen word om studente by te staan. Die beginpunt vir sodanige hulp is egter akkurate, vroegtydige identifisering van diegene wat die hulp wel benodig.

1.9 KONSEPTE WAAROP HIERDIE STUDIE BERUS

Konsepte wat in hierdie studie ondersoek word, is onder meer die rol van voorkennis in Wiskunde, die rol van konatiewe en affektiewe faktore in die ontwikkeling van wiskundige denke, die identifisering van studente vir remediëring, die sukses van oorbruggingskursusse, en die M-telling. Hierdie begrippe word in Paragraaf 2.2 gedefinieer.

1.10 HOOFSTUKINDELING

Hoofstuk 1 bevat die probleemstelling en verduidelik die bydrae van die studie. Hoofstuk 2 handel oor die literatuurstudie ten opsigte van die unieke aard van Wiskunde, die ontwikkeling van wiskundige denke, die belangrikheid van voorkennis en die sukses van oorbruggingskursusse in Wiskunde-onderrig. Laastens word die noodsaaklikheid van voorkennis geïllustreer by wyse van ’n ontleding van die Wiskunde I- sillabus van die betrokke universiteit om aan te toon watter voorkennis veronderstel word. In Hoofstuk 3 word die navorsingsontwerp uiteengesit. Hoofstuk 4 bevat die analise en interpretasie van die data en Hoofstuk 5 bestaan uit die opsomming, gevolgtrekkings en aanbevelings.

1.11 SAMEVATTING

Hierdie hoofstuk gee ’n oorsig oor die probleem wat ondersoek is en ‘n kort verduideliking van hoe dit gedoen is. Die probleem ten opsigte van die vroeë identifisering van studente wat addisionele hulp in Wiskunde benodig is ondersoek. Benewens ’n literatuurstudie is ’n empiriese ondersoek gedoen

deur ’n statistiese ontleding van studente se Wiskunde-punte in Graad 12 en in Wiskunde I.

HOOFSTUK 2

LITERATUURSTUDIE

2.1 INLEIDING

'n Literatuursoektog is gedoen na bronne in verband met probleme rondom die onderrig van Wiskunde in Suid-Afrika en wêreldwyd en die fokus is telkens op die tersiêre vlak. Verder is daar ook ondersoek ingestel na eerstejaarstudente se spesifieke voorkennis wat deur universiteite van tegnologie verwag word op grond van die veronderstelde skoolkurrikulum.

2.2 KONSEPVERKLARING

- "**Leerder**" verwys na persone wat onderrig word, veral op skoolvlak, en "**student**" verwys in besonder na diegene wat op tersiêre vlak onderrig word.

- "**Voorkennis**" verwys na die toepaslike kennis waaroor studente moet beskik om hulle in staat te stel om opvolgende leerinhoud te bemeester (Ausubel *et al.,* 1978:164).

- "**Konatiewe**" faktore verwys na faktore met betrekking tot motivering en wil (Schunk *et al.*, 2008:375).

- "**Remediëring**" verwys na korrektiewe maatreëls om leerders te help om kritiese kennis en vaardighede te bemeester (Donald *et al.*, 2006:344).

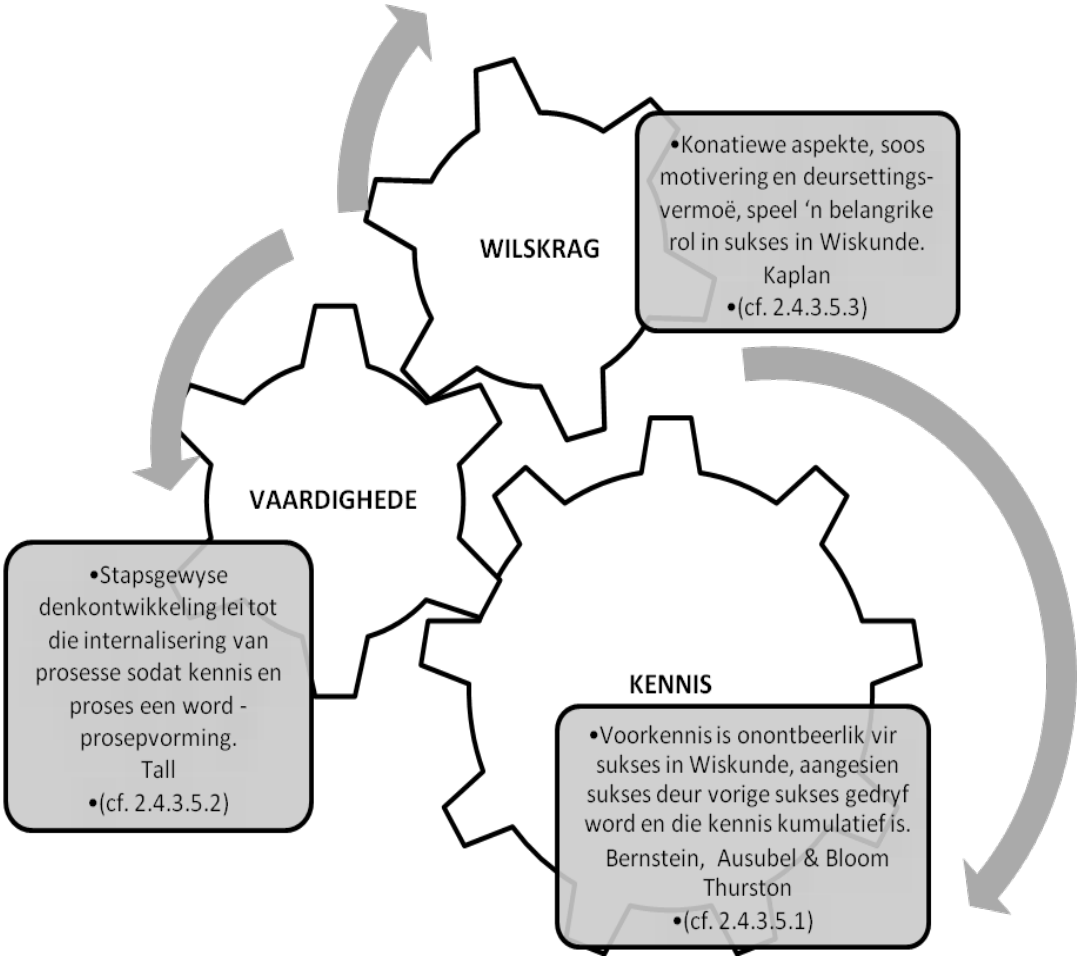
- "**Oorbruggingskursus**" verwys na 'n kursus wat daarop gemik is om die gaping tussen die student se gebrekkige voorkennis en verlangde vlak van voorkennis te oorkom (Bernstein, 2002:2).

- "**M-telling**" is die telling wat universiteite onder andere gebruik om te bepaal of studente aan die toelatingsvereistes voldoen. Daar word 'n bepaalde waarde toegeken aan die prestasievlak in verskillende vakke. Die totaal van hierdie telling bepaal dan of 'n student kwalifiseer vir 'n spesifieke studierigting. Vir kursusse in die Natuurwetenskappe dra 'n vak

soos Wiskunde byvoorbeeld tipies meer gewig as ander vakke (Botha *et al.*, 2003:133).

2.3 KONSEPTUELE RAAMWERK

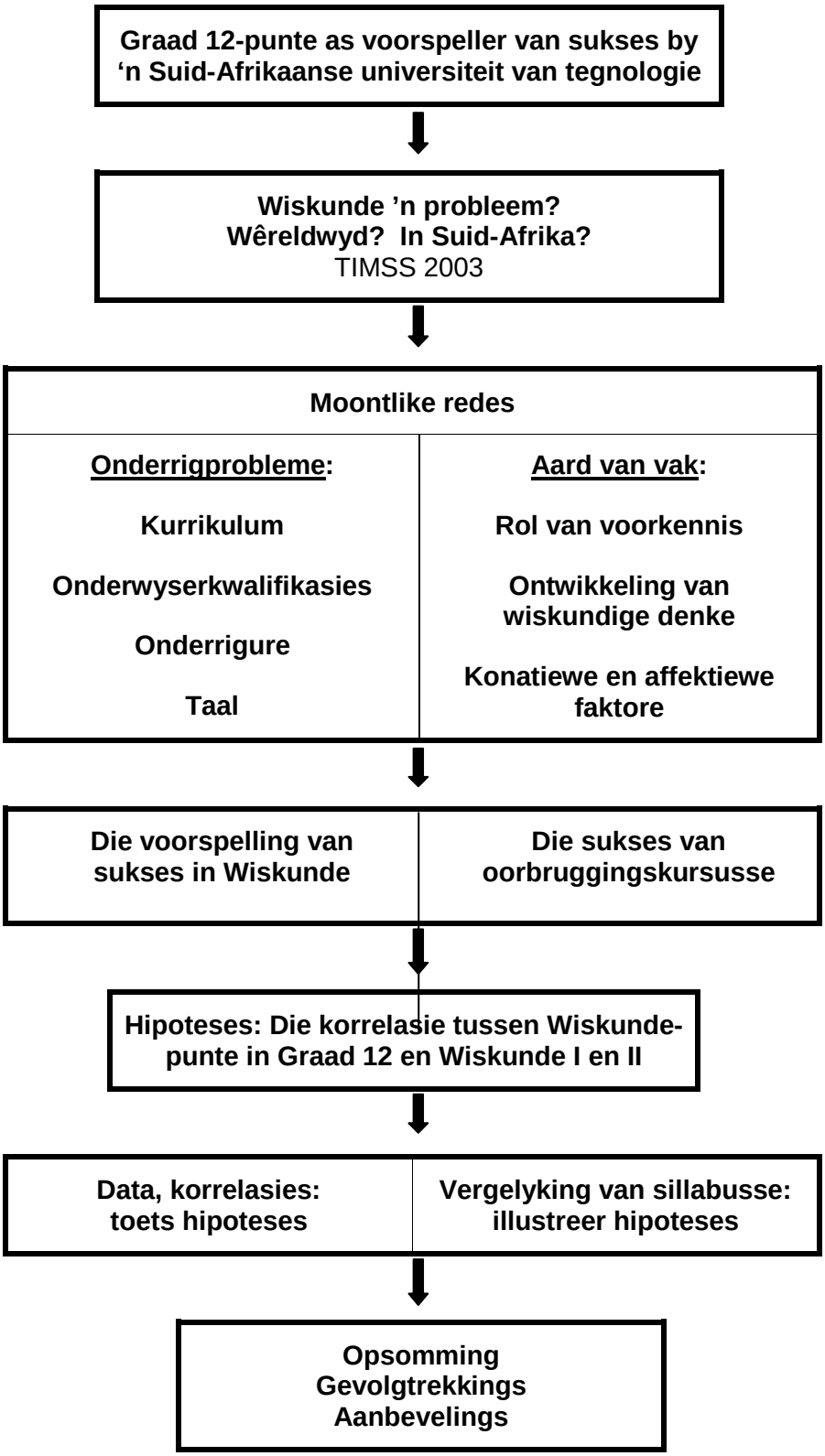
'n Konseptuele raamwerk (Figuur 2.1) stel die aannames van die studie, soos dit vir die navorser uit die literatuurstudie duidelik geword het, voor.



Figuur 2.1: Konseptuele Raamwerk: Studie-aannames saamgestel uit die literatuurstudie

'n Vloeidiagram is opgestel om 'n oorsig oor die verloop van die studie te gee. Die tema, Graad 12 Wiskunde-punte as voorspeller van sukses op tersiêre vlak, is hier ondersoek. Wiskunde word dikwels as 'n probleemvak beskou, en moontlike bewyse hiervoor is in die literatuur gesoek. As aanknopingspunt is TIMSS 2003 geneem. Nadat bewyse vir die probleme met Wiskunde

gevind is, is verklarings vir die verskynsel gesoek. Probleme wat te doen het met die onderrig van Wiskunde is ondersoek. Daaronder tel kurrikulum-faktore (Van Gastel & Brouwer, 2010:226), kwalifikasies van onderwysers (Chisholm, 2005:213), ure spandeer aan effektiewe onderrig (Howie, 2002:141, 143, 152) en die taalvaardigheid van leerders (Setati, 2005:104). Die unieke aard van Wiskunde, soos in die werk van Bernstein (1999), Ausubel *et al.* (1969; 1978) en Thurston (1990) uitgelig word, is daarna in besonder bestudeer. Die verband tussen die ontwikkeling van kognitiewe vermoëns by kinders en die ontwikkeling van wiskundige denke (Tall, 2004a; Tall, 2004b; Tall, 2008a; Tall, 2008b; Tall & Mejia-Ramos, 2009) en ook Kaplan (1987), is nagespeur. Die besondere rol wat voorkennis speel om sukses op daaropvolgende vlakke te verseker, is aan die hand van onder meer Ausubel *et al.* (1969; 1978) en Bloom (1968) bestudeer. Die voorspelbaarheid van sukses in Wiskunde (Hattie, 1992), asook die sukses van oorbruggingskursusse in die literatuur deur Bernstein (2002) en Du Preez *et al.* (2008) is vervolgens nagegaan. Dit het gelei tot die stel van hipoteses wat deur die insameling van die nodige data getoets is. Die potensiële voorkennis wat ’n student kan hê as hy/sy die Graad 12-eksamen in Wiskunde suksesvol afgelê het, en hoe daarop voortgebou word op tersiêre vlak, is geïllustreer deur ’n vergelyking van die kurrikulums vir Wiskunde in Graad 12 en Wiskunde I-sillabus by ’n universiteit van tegnologie. Die vloeidiagram word in Figuur 2.2 weergegee.



Figuur 2.2: Studie-oorsig

2.4 OORSIG VAN RELEVANTE LITERATUUR

In die literatuurstudie word op die volgende aspekte gefokus:

- Probleme met Wiskunde op tersiêre vlak.
- Probleme met Wiskunde op skoolvlak in Suid-Afrika.
- Moontlike verklarings vir die probleemsituasie.
    - Kurrikulum-faktore.
    - Onderwysers se kwalifikasies.
    - Aantal ure van effektiewe onderrig.
    - Taalvaardigheid van leerders.
    - Die unieke aard van Wiskunde.
        - Die kennisstruktuur van die vak maak voorkennis ’n vereiste vir sukses.
        - Die ontwikkeling van wiskundige denke is ’n proses wat die stapsgewyse ontwikkeling van aangebore vermoëns vereis.
        - Wiskunde vereis sekere konatiewe en affektiewe vaardighede.
- Remediëring op tersiêre vlak.
- Vereiste voorkennis waarmee die skool leerders moet toerus.
- Implikasies van ontoereikende voorkennis.

2.4.1 Probleme met Wiskunde op tersiêre vlak

Bray (2007:34) verklaar die gewildheid van Wiskunde as keusevak deur te argumenteer dat dit die vak is wat die meeste vir sosio-ekonomiese vordering nodig is. Daar word egter wêreldwyd probleme ten opsigte van die vak gerapporteer. Volgens Bray (2007:34-36) is Wiskunde ook die gewildste vak

vir ekstrakurrikulêre onderrig. Dit is ’n moontlike aanduiding van die probleme wat leerders op skool en ook op tersiêre vlak met die vak ervaar. Terwyl dit baie belangrik geword het om die aantal studente wat in Natuurwetenskappe, Ingenieurswese en Tegnologie studeer te vermeerder, word hierdie proses gekniehalter deur studente se swak prestasie of totale mislukking in Wiskunde (Eiselen *et al.*, 2007:38, 39; Du Preez *et al.*, 2008:50).

2.4.2 Probleme met Wiskunde op skoolvlak in Suid-Afrika

Dit is algemeen bekend dat daar in Suid-Afrika ’n probleem met Wiskunde-onderrig op skoolvlak bestaan. Die jongste beskikbare syfers van die “Trends in International Mathematics and Science Study” (TIMSS) het bevind dat Suid-Afrikaanse leerders in Graad 8, van die vyftig lande wat in 2003 aan die studie deelgeneem het, die swakste gevaar het (Reddy, 2006:xi). Ná die studie in 2003 is aanbeveel dat Suid-Afrika nie in 2007 weer moes deelneem nie, vanweë al die veranderinge wat in die land se sekondêre onderwys plaasgevind het. Wat die uitwerking van hierdie veranderinge sal wees, en of daar enige verbetering in die situasie was, sal dus eers bekend word wanneer die resultate van die 2011-studie gerapporteer word – indien Suid-Afrika sou deelneem, soos wel in die media aangekondig is (Scott, 2010). Intussen het die Minister van Onderwys op 6 Julie 2010 weer veranderinge in die skoolkurrikulums aangekondig. Terwyl dit allerweë verwelkom word as verbeteringe, sal dit sekerlik bydra tot die algemene gevoel van onbestendigheid (Departement van Onderwys, 2009:16, 22, 24).

2.4.3 Moontlike verklarings vir die probleemsituasie

In die ondersoek na probleme met Wiskunde-prestasie word ’n paar faktore in ag geneem, naamlik kurrikulum-faktore, onderwysers se kwalifikasies, die aantal onderrig-ure, taalprobleme van leerders, en in die besonder die unieke aard van die vak Wiskunde.

2.4.3.1 Kurrikulum-faktore

Kurrikulum-faktore soos byvoorbeeld ’n gebrek aan skakeling tussen die verskillende fases van onderrig, is een van die faktore wat kan bydra tot die

huidige probleme (Van Gastel & Brouwer, 2010:226). By die Universiteit van Amsterdam het die slaagsyfer van Chemie-studente vir Differensiaalrekene I byvoorbeeld vanaf 80% in 2003 na 45% in 2004 gedaal. Dit word veral toegeskryf aan voorafgaande veranderinge in die skoolkurrikulum wat 'n gaping tussen studente se verwerfde voorkennis aan die einde van hulle skoolloopbaan en die vereiste voorkennis vir die aanvang van hulle universiteitsonderrig veroorsaak het.

2.4.3.2 Kwalifikasies van onderwysers

Chisholm (2005:213) beweer dat 22% van alle onderwysers in Suid-Afrika in 2000 ongekwalifiseerd of ondergekwalifiseerd was. Die TIMMS-studie in 2003 het onder meer bevind dat onderwysers in Wiskunde en Wetenskap in Suid-Afrika van die swakste gekwalifiseerd is vergeleke met onderwysers in ander lande wat aan die studie deelgeneem het. Daar is ook geen beduidende verskil tussen Suid-Afrikaanse leerders se prestasie in 1999 en 2003 gevind nie. Daar is wel bevind dat die Suid-Afrikaanse kurrikulum die minste ooreenstemming getoon het met die assesseringsraamwerk wat vir die TIMSS-studie gebruik is, maar selfs ten opsigte van die inhoud wat wel gedek is, het die Suid-Afrikaanse Graad 8's baie swakker gevaar as die gemiddeld van al die lande wat aan die studie deelgeneem het (Reddy, 2006:xi-xiv).

2.4.3.3 Aantal ure effektiewe onderrig

Volgens Howie (2002:141) spandeer 10% van leerlinge in Suid-Afrika minder as twee uur per week aan Wiskunde-onderrig, vergeleke met 'n internasionale gemiddeld van 4% wat minder as twee uur per week daaraan spandeer. In Suid-Afrika word 21% van die onderrigtyd in Wiskunde aan herhaling van vorige werk gewy teenoor die internasionale syfer van 13% (Howie, 2002:142). Verder word 13% van die klastyd in Suid-Afrika aan administratiewe take spandeer, terwyl die internasionale gemiddeld hiervoor 5% is. 7% van skoolhoofde rapporteer dat hulle skole slegs drie of vier vol skooldae per week het (dit is dae wat uit vier of meer uur se onderrig bestaan) (Howie, 2002:152). 15% Rapporteer een of meer halfdae per week. Verder ondervind meer as 40% van skoolhoofde ernstige probleme met laatkommery

en afwesigheid van leerlinge en onderwysers. Die vraag ontstaan of daar onder hierdie omstandighede voldoende tyd beskikbaar is vir die leerders om die basiese vaardighede in Wiskunde aan te leer.

Die taakspan wat in Oktober 2009 aanbevelings aan die Minister van Onderwys gemaak het aangaande die Nasionale Kurrikulum Verklaring (NKV) in Suid-Afrika, het hulle kommer uitgespreek omdat te veel onderrigtyd verloor word deur oorbelading ten opsigte van assessering en administrasie (Departement van Onderwys, 2009:33). Die aanbeveling is gemaak dat leerareas in die intermediêre fase verminder moet word en dat die tyd wat sodoende beskikbaar raak onder andere aan Wiskunde gewy moet word. (Departement van Onderwys, 2009:43, 65). Hierdie aanbeveling is verwelkom en dui op 'n besef dat onvoldoende tyd tans aan Wiskunde spandeer word.

2.4.3.4 Taalvaardigheid van leerders

Alhoewel Howie (2002:209) 'n beduidende korrelasie tussen taalvaardigheid en Wiskunde-prestasie in haar ontleding van TIMSS 1999 gevind het, toon sy ook dat taalprobleme alleen nie 'n verklaring kan bied vir Suid-Afrikaanse leerders se swak prestasie in Wiskunde nie. Ongeveer 70% van leerders in Suid-Afrika bestudeer Wiskunde in hulle tweedetaal, maar selfs leerders wat Wiskunde-onderrig in hulle moedertaal ontvang het beduidend swakker as die internasionale gemiddeld presteer (Howie, 2002:108-109). Verder is gevind dat leerders wie se huistaal Grieks, Portugees of Tamil is en in Engels as tweedetaal onderrig is, net 20 punte onder die gemiddeld presteer het, terwyl leerders met 'n Afrika-taal as huistaal, ongeveer 100 punte onder die gemiddeld behaal het (Howie, 2002:232, 266).

Taalprobleme speel natuurlik 'n belangrike rol in Wiskunde. Die leerder wat Wiskunde in sy/haar tweedetaal bestudeer, moet immers twee nuwe "tale" bemeester, aangesien Wiskunde self sy eie taal gebruik (Setati, 2005:104). Soos egter reeds betoog is, kan taalprobleme nie probleme met die bemeestering van Wiskunde volledig verklaar nie. Vervolgens, kan daar nie op tersiêre vlak aanvaar word dat die invloed van taalprobleme reeds in die

meting van voorkennis manifesteer nie? In ’n studie by die Universiteit van Johannesburg oor die korrelasie tussen Graad 12-punte in Wiskunde en tersiêre sukses in die natuurwetenskappe, ingenieurswese en tegnologie is geen bewys gevind dat moedertaalonderrig ’n rol speel in die sukses in Wiskunde in Graad 12 of op tersiêre vlak nie (Eiselen *et al.*, 2007:38).

Die vraag bly dus: Waarom manifesteer hierdie probleme juis ten opsigte van Wiskunde, en die vakke wat op Wiskunde steun? Die meeste Suid-Afrikaanse leerders bestudeer tog al hulle vakke in hulle tweedetaal. Dit, tesame met die feit dat sommige groepe wat ook Wiskunde in hulle tweedetaal bestudeer, goed vergelyk met eerstetaalleerders (Howie, 2002:232, 266), lei tot die gevolgtrekking dat taalprobleme nie werklik die verklaring vir die probleem is nie. Taalprobleme in Suid-Afrika staan natuurlik nie los van ’n magdom sosio-ekonomiese en politieke probleme nie. Daar is egter bevind dat ook leerders in ander lande, byvoorbeeld Australië, waar sodanige sosio-ekonomiese en politieke probleme grootliks afwesig is, probleme met Wiskunde op tersiêre vlak ondervind (Carmody *et al.*, 2006:24).

Dit blyk uit verskillende bronne dat probleme spesifiek in Wiskunde manifesteer as gevolg van die unieke aard van Wiskunde wat voorkennis, selfs meer as op die meeste ander vakgebiede, essensieel maak.

2.4.3.5 Die unieke aard van Wiskunde

Die verklaring vir die omvangryke probleme met Wiskunde moet waarskynlik binne die unieke aard van die vak self nagespeur word. Dowling (1998:2) verwys daarna dat Wiskunde ’n besonder eksplisiete grammatika vertoon. Daarby is die teks van die Wiskunde-inhoud op skoolvlak minstens net so of meer uniek as enige ander dissipline op skoolvlak. Fischbein (1987:206, 211) beskryf Wiskunde as ’n formele, aksiomaties georganiseerde kennissisteem. Wiskundige entiteite soos getalle het geen eksterne onafhanklike bestaan soos wat in die empiriese wetenskappe die geval is nie. Eienskappe word deur aksiomas en definisies bepaal en vereis ’n eiesoortige denkbenadering. Dienes (1971:18, 19) sê dat die aksent by Wiskunde meer op struktuur as op inhoud val, in teenstelling met die meeste ander skoolvakke. Hy meen dat

Wiskunde ’n struktuur van verwantskappe is, terwyl die formele simbole slegs die wyse is waarvolgens die struktuur gekommunikeer word. Die ou beskrywings van Fischbein (1987:206, 211) en Dienes (1971:18,19) word in die volgende paragrawe ondersteun en verder uitgebou deur verskeie meer resente bronne.

2.4.3.5.1 Die kennisstruktuur van die vak maak voorkennis ’n vereiste vir sukses

Ensor en Galant (2005:289) verwys in “Researching Education in South Africa” na die onderskeid tussen vertikale en horisontale kennisstrukture. Volgens Bernstein (1999:164) het Wiskunde ’n horisontale kennisstruktuur, ’n taal met sterk grammatika wat ontstaan as gevolg van ’n vertikale diskoers. ’n Vertikale diskoers kan in leketaal vergelyk word met die bou van ’n toring en ’n horisontale diskoers vergelyk dan met die lê van ’n vloer. By die bou van ’n toring is elke volgende laag grotendeels afhanklik van die stewigheid van die vorige laag. Hierdie metafoor is ’n funksionele illustrasie van die belangrikheid van voorkennis in Wiskunde. Die sterk grammatika en hoë mate van abstraksie van Wiskunde verwyder die vak ver van die horisontale diskoers in vergelyking met vakke met ’n swak grammatika en minder abstraksie soos die geval in die Sosiale Wetenskappe. Ook Barnes (2005:42) wys daarop dat idees en begrippe in Wiskunde opmekaar bou om ’n logiese geheel te vorm. Elke volgende begrip wat ontwikkel word, berus op die bemeestering van die vorige begrip.

Die taakspan wat in Oktober 2009 aanbevelings aan die Minister van Onderwys gemaak het aangaande die NKV in Suid-Afrika het hul kommer uitgespreek oor gebrekkige “kernkennis”, veral in Wiskunde (Departement van Onderwys, 2009:12, 13, 36, 37, 63), en die gapings wat in leerders se kennis ontstaan (Departement van Onderwys, 2009:6, 49). Tartre en Fennema (1995:212) het bevind dat vorige prestasie in Wiskunde die mees bepalende voorspeller van opvolgende sukses in Wiskunde is. Dit dui daarop dat die vlak en mate van internalisering van voorkennis en vaardigheid in Wiskunde absoluut bepalend is vir sukses op ’n volgende vlak. Die vlak van voorkennis

behoort dus ’n voldoende en betroubare voorspeller van toekomstige sukses in Wiskunde te wees.

Ausubel en Robinson (1969:48) wys daarop dat Wiskunde hoogs sekwensieel is, meer as enige ander vak wat op skool onderrig word. Indien ’n leerder nie daarin slaag om ‘n sekere vlak te bemeester nie, vind geen betekenisvolle verdere leer plaas nie. Die bemeestering van Wiskunde vereis dat die leerder lang opeenvolgende, hiërargies georganiseerde stellings moet verstaan. As een stap nie verstaan word nie, kan die daaropvolgende ook nie verstaan word nie en word die enigste uitweg klakkelose memorisering van inligting.

Piaget (1964:7, 13, 17) stel dat operasionele strukture slegs bemeester kan word indien dit op meer elementêre strukture voortbou. Om inligting effektief te assimileer moet die nodige substrukture in die kennisraamwerk beskikbaar wees. Leer is moontlik wanneer komplekse strukture op meer eenvoudige strukture gebaseer word. Volgens Bruner (1966:29-36) sal meer gevorderde vaardighede toenemend buite bereik word, tensy basiese vaardighede eers bemeester word. Hy is van mening dat Wiskunde by uitstek as sekwensieel gekarakteriseer kan word.

Wiskunde is ook die mees algemene metataal en voorsien vorme en patrone ingevolge waarvan patrone in die natuur verstaan kan word. Van Hiele (1986:164-173) se siening sluit hierby aan as hy sê dat kognitiewe ontwikkeling in die bemeestering van meetkunde deur toenemend gesofistikeerde opeenvolgende denkvlakke vorder. Die denkvlakke is eerstens visualisering, waartydens holisties op voorwerpe soos driehoeke en sirkels en hul klassifikasie gefokus word. Die tweede vlak is die van analise. Waargenome voorwerpe verteenwoordig sekere eienskappe wat induktief geklassifiseer word. Daarna volg abstraksie met die fokus op die ordening van die eienskappe van geometriese figure. Die vierde vlak is deduksie. Op dié vlak kan leerders reeds die denkprosesse in deduktiewe beredenering begin begryp en eenvoudige bewyse verstaan. Op die laaste vlak word meetkunde verstaan op die eksakte vlak van die wiskundige. Die fokus is hier op deduktiewe geometriese sisteme waarvoor geen konkrete voorbeelde vereis word nie. Die sisteem van Hiele lê besondere klem daarop dat die

denkvlakke logies op mekaar volg en geen leerder na ‘n volgende vlak kan beweeg voordat die voorafgaande vlak bemeester is nie. Hy beweer dan ook dat meeste van leerders se probleme met die verstaan van Meetkunde toegeskryf kan word aan die feit dat die hiërargie van die vlakke nie gehandhaaf word nie.

Die feit dat leerders se vroeëre leerervarings in ag geneem moet word in Wiskunde-onderrig blyk ook uit die werk van Butterworth (1999:298-320). Hy vergelyk Wiskunde op skoolvlak met ’n kaartehuis, waar elke opvolgende laag afhanklik is van die stewigheid van die vorige een. Die bemeestering van Wiskunde is, soortgelyk aan Musiek, progressief en kumulatief. Doelbewuste inoefening is dus van kritiese belang. Die Wiskunde-kurrikulum is ontwerp om stapsgewys van basiese begrippe en tegnieke tot meer komplekse denkstrukture te vorder. Aangesien die meeste wiskundige begrippe onderling verbind is, is die vak meer as enige ander een sensitief vir vroeë onvermoë om te verstaan. Agterstande akkumuleer en die gaping tussen verwerfde kennis en die eise van nuwe leerinhoud groei vinnig.

Thurston (1990:847) beskryf Wiskunde as hoogs saampersbaar. Wanneer ’n lang komplekse prosedure regtig begryp word, kan dit saamgepers word tot ’n enkele denkeenheid wat “geliasseer” en later eenvoudig herroep word. Betekenisvolle leer kan egter slegs plaasvind indien daar aan minstens drie vereistes voldoen word:

- Die leerinhoud moet betekenisvol wees
- Die leerder moet oor die nodige relevante kennisstrukture beskik om as ankerpunt vir nuwe leerinhoud te dien
- Die leerder moet daadwerklik poog om die nuwe leerinhoud in sy/haar bestaande kennisstruktuur te inkorporeer (Ausubel & Robinson, 1969:46)

Die bestaan van relevante ankerpunte is die belangrikste voorvereiste vir opvolgende leer en dus vir oordrag van kennis (Ausubel & Robinson, 1969:143). Thurston (1990:845) beskryf Wiskunde verder baie grafies as onder meer ’n hoë (“*tall*”) vak; meer soos ’n steierwerk as ’n boom, met baie

onderling-afhanklike stutte. Die argumente is baie presies, duidelik en vasstaande, en daarom kan die struktuur baie hoog, betroubaar en sterk gebou word. As die struktuur eers een maal stewig gebou is, is dit nie moeilik om dit hoër te bou nie, maar dit is onmoontlik om ’n laag te bou voordat die voorafgaande laag in plek is. Hy is van mening dat dit ’n groot probleem in Wiskunde-onderrig is dat die leerders in ’n bepaalde kursus meestal in verskillende stadia van bemeestering van die vorige vlak is. Die Wiskunde-kurrikulum op skool is in die afgelope paar dekades toenemend smaller en hoër gestruktureer. In ’n poging om onderwerpe soos Differensiaalrekene reeds op skoolvlak in te voer, is baie sytakke van die kurrikulum afgesny. Teoreties behoort studente dus ’n baie hoër vlak te kan bereik, maar die probleem is dat die basis van die kurrikulum nie groot en sterk genoeg is om hierdie hoë, nou struktuur te dra nie.

Die werk van Schilling (2005:141, 150) werp heelwat lig op die vorming van netwerke in die brein. Leer vind plaas wanneer verbindings tussen neurons gevorm word as gevolg van ervarings. As hierdie ervarings ’n sterk genoeg impak het, of voldoende kere herhaal word, word netwerke gevorm. Insig is die gevolg van betekenisvolle verandering in hierdie netwerke. So ’n verandering mag lei tot ’n onverwagse verbinding tussen inligtingseenhede waar vroeër geen verbinding bestaan het nie. Enkele van hierdie nuwe verbindings mag die afstande tussen individuele eenhede dramaties verkort. Dit kan weer tot nuwe insig lei wat verdere verbindings moontlik maak. Dit verklaar waarom dieselfde wiskundige begrippe vir sommige mense vanselfsprekend kan wees, terwyl ander mense dit as totaal duister ervaar. Die proses van netwerkvorming verg egter verskillende stappe wat sekwensieel gevolg moet word om tot insig te lei.

Navorsing in die neurowetenskappe toon dat die brein fisies verander as gevolg van die wyse waarop dit gebruik word. Netwerke in die brein wat gedurende die kinderjare gevorm word, bepaal die basis vir alle toekomstige leer (Smith, 2002:176). Die waarde van voorkennis lê dus nie bloot in die herwinbare feite wat ’n neerslag in die geheue vorm nie, maar miskien belangriker nog, in die effek wat die opdoen van die voorkennis op die

ontwikkeling van die brein het. Daarom is die remediëring van gebrekkige voorkennis ook nie ’n kitsproses nie. Die vorming van netwerke en die oorplasing van inligting vanuit die korttermyngeheue na die meer permanente langtermyngeheue neem tyd, aangesien die nodige chemiese prosesse en groei in die brein moet plaasvind. Dit wil selfs voorkom of voldoende slaap hiervoor nodig is (Smith, 2002:173). Netwerke kan egter verlore gaan indien hulle nie gebruik word nie, soos ’n voetpaadjie wat toegroei. Dit verklaar ook die verlies aan voorkennis wat studente rapporteer nadat hulle studies vir ’n aansienlike tydperk onderbreek is.

Tall (2008a:7) gee in sy beskrywing van die drie wêrelde van Wiskunde baie aandag aan die feit dat ’n uitdrukking in Wiskunde tegelyk ’n proses en ’n denkkonsep kan wees. Hy noem dit dan ’n “*prosep*”. (*“process + concept = procept*”). Die uitdrukking “*2 + 5*” verwys byvoorbeeld tegelyk na ’n proses van optelling wat uitgevoer moet word en na die resultaat van die proses, die konsep van “*die som van 2 en 5 (dit is 7)*”. Hy meen dat leerders wat geneig is om slegs op die proses te fokus, verstrengel raak in prosesdenke. Hulle poging om steeds meer en meer losstaande prosesse te memoriseer, lei vroeër of later tot oorbelading van hulle geheuekapasiteit en Wiskunde word vir hulle dan bykans onmoontlik. Daarenteen is leerlinge wat buigbaar is in hulle gebruik van prosesse en konsepte as “prosepte”, in staat om voort te beweeg na ’n volgende vlak van berekening (Crowley & Tall, 2006:57-65). Dit geskied deur ’n proses wat deur Piaget (*in* Beth & Piaget, 1966:247), “*encapsulation*” genoem is. ’n Uitgebreide prosedure word byvoorbeeld gekristalliseer as ’n enkele konsep wat maklik onthou en herroep kan word. Sodoende kan ’n leerder telkens na ’n hoër vlak van denke beweeg. Gray en Tall (1994:133) verwys na die verskil tussen twee sulke leerders as die “*proceptual divide”* en toon dat hierdie gaping in ’n hoë mate die groot verskil in leerders se Wiskunde-prestasies kan verklaar.

Volgens Schoenfeld (1992:351, 352, 354, 358) moet Wiskunde deur middel van probleemoplossing onderrig word. Daarvoor word egter vier kennis- en vaardigheidskategorieë vereis, naamlik spesifieke wiskundige voorkennis, tegnieke vir die oplos van probleme, metakognisie oftewel effektiewe

besluitneming oor werkswyses, en ’n wiskundige uitkyk op die wêreld. Ook Polya (1973:9) beklemtoon die belangrikheid van voorkennis vir probleemoplossing. Hy skryf dat dit onmoontlik is om sonder die nodige voorkennis ’n goeie idee te ontwikkel vir die oplossing van ’n probleem. Goeie idees is gebaseer op vorige ervaring en voorkennis.

2.4.3.5.2 Die ontwikkeling van wiskundige denke is ’n proses wat die stapsgewyse ontwikkeling van aangebore vermoëns vereis

Tall (2008b:1-14) beskryf die ontwikkeling van wiskundige denke aan die hand van “*set-befores”* en “*met-befores”*, verwysende na onderskeidelik aangebore vermoëns en voorkennis. Die genetiese eienskappe wat voor geboorte bepaal is, sluit die vemoë in vir herkenning, herhaling en taal. Die ontwikkeling van hierdie drie eienskappe lei tot die drie afsonderlike wêrelde van Wiskunde. Tall (2008b:7) wys daarop dat selfs die grootste Wiskundiges ook as babas gebore is en geleidelik moes ontwikkel. Soos wat kinders leer, bou hulle op hulle vorige ervarings. Hierdie “*met-befores”* vorm dan die basis vir opvolgende leer, maar kan ook negatief inwerk as veralgemenings nie werklik in nuwe kontekste van toepassing is nie (Tall & Mejia-Ramos, 2009:10).

’n Eenvoudige voorbeeld is berekeninge met heelgetalle en breuke. Leerders wat fikseer op prosedures sonder om begrippe behoorlik te verstaan, ondervind groot probleme wanneer hulle poog om gememoriseerde prosedures vir berekeninge met heelgetalle oor te dra na ’n nuwe konteks, naamlik berekeninge met breuke. Hierdie leerders leer reëls sonder redes en kan nie verstaan waarom dieselfde reëls nie op breuke van toepassing is nie. Hulle verstaan in die eerste plek nie waarom die reëls wel op heelgetalle van toepassing was nie, alhoewel hulle die berekeninge suksesvol kon doen. Leerders wat egter verstaan waarom die prosedures vir berekeninge met heelgetalle sinvol is, toon buigsaamheid in die oordrag van hulle voorkennis na ’n volgende vlak. Leerders wat nie die oordragproses suksesvol bemeester nie, verstaan nie die nuwe inhoud nie en die enigste oorblywende opsie is memorisering. Wiskunde word vir hierdie leerders met elke volgende onderwerp moeiliker (Tall, 2004b:286).

’n Baie interessante en leersame voorbeeld wat die navorser self teëgekom het, is die volgende: Die notasie-ooreenkoms ten opsigte van negatiewe eksponente, te wete $\frac{1}{x^n} = x^{-n}$, word tereg vereenvoudig en gebruik as $\frac{1}{x} = x^{-1}$. Dit word dan heeltemal verkeerdelik veralgemeen om te beweer dat $\frac{2}{x} = x^{-2}$. Die “1” in die teller van die breuk “$\frac{1}{x}$” word dus verwar met die (veronderstelde) “1” as eksponent van die “x”.

In albei voorbeelde is dit egter duidelik dat die fout nie werklik te wyte is aan die wiskundige “*met-before*” nie, maar aan die foutiewe verstaan of oorvereenvoudiging daarvan. Dit is Einstein (aangehaal deur Olyott, 2010:ix) wat gesê het: “... things should be as simple as possible, **but no simpler**”!

Gray en Tall (2007:28) verduidelik dat wiskundige denke deur drie vlakke ontwikkel. Eers word gefokus op voorwerpe, beide konkrete voorwerpe en denk-"voorwerpe", byvoorbeeld ’n driehoek. Vervolgens verskuif die fokus na prosesse. So lei die natuurlike vermoë van ’n mens om elementêre getalle te onderskei byvoorbeeld tot die proses van tel en ’n getalbegrip. Wynn (1992:749) toon naamlik aan dat babas van vyf maande reeds ’n getalbegrip toon. In ’n latere stadium word denke meer abstrak en word formele sisteme ontwikkel, byvoorbeeld ’n vektorruimte.

Die bogenoemde ontwikkelingsproses het Tall (2004a:29-33) tot die formulering van sy konsep van die drie wêrelde van Wiskunde gelei. Die eerste wêreld, wat die konseptueel-konkrete wêreld (“*conceptual-embodied world*”) genoem word, is gebaseer op die waarneembare eienskappe van voorwerpe. Die proseptueel-simboliese wêreld (“*proceptual-symbolic world*”) bestaan uit die wêreld van simbole wat vir berekening en manipulasie gebruik word. Dit is in hierdie wêreld waar buigsaamheid in die beweging tussen die gebruik van prosesse en konsepte en die samevoeging daarvan as “prosepte” so ’n groot rol speel in leerders se bemeestering van Wiskunde. Die derde wêreld is die formeel-aksiomatiese (“*formal-axiomatic world*”). Dit is gebaseer op formele definisies, aksiomas en bewyse. Hier word eienskappe afgelei van

formele aksiomas in teenstelling met die ander twee wêrelde waar veralgemening op grond van waargenome eienskappe plaasvind.

Ausubel *et al.* (1978:168) beskryf voorkennis as die mees betekenisvolle onafhanklike veranderlike wat die leerder se vermoë beïnvloed om iets nuuts in ’n spesifieke veld te leer. In hulle eie woorde:

> "If we had to reduce all of educational psychology to just one principle, we would say this: The most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertian this and teach him accordingly." (Ausubel *et al.*, 1978:163.)

Die geskrifte van Ausubel en sy kollegas is natuurlik baie oud en hulle teorieë word gekritiseer omdat dit as deterministies en behavioristies beskryf word (Lawton *et al.,* 1980:121; Ukai, 1994:90). Daar is egter minstens twee redes waarom die navorser tog dink dat dit ernstig oorweeg moet word. Die eerste is dat Wiskunde-onderrig in ’n krisis is. Dit wil voorkom of moderne teorieë oor Wiskunde-onderrig nie sukses kan waarborg nie. Een van die aspekte wat Ausubel juis beklemtoon, is die belangrikheid van die kennisinhoud van ’n leerder se kognitiewe struktuur (Ausubel & Robinson, 1969:143). Dit is nie voldoende om algemene tegnieke te bemeester nie. Begrip en wiskundige vermoëns kan nie in ’n lugleegte ontwikkel word nie. Dit is veral opmerklik dat een van die belangrike aspekte in die kritiek teen Kurrikulum 2005 was dat uitkomste beklemtoon is, maar vakinhoud grootliks ongespesifiseerd gelaat is (Departement van Onderwys, 2009:12, 13, 36). In reaksie op ’n klakkelose memorisering van feite is bykans alle vorme van memorisering uit die kurrikulum verban sodat die kurrikulum feitlik inhoudloos gelaat is. Tall (2008a:6) is van mening dat herhaling wat tot outomatismes lei noodsaaklik is vir die leerproses. Dit is betekenisvol dat die taakspan vir hersiening van die NKV (Departement van Onderwys, 2009:25) aanbeveel het dat die belangrikheid van memorisering van leerinhoude nie geïgnoreer moet word in die ywer om sogenaamde betekenislose papegaaiwerk te elimineer nie.

Tweedens werk die Kumon-metode vandag met groot sukses met Ausubel en Robinson se beginsels vir “*Mastery Learning*” (Ukai, 1994:90), wat op hulle

beurt op Bloom se werk voortbou (Bloom, 1968:1). “Sukses” moet natuurlik versigtig gedefinieer word, aangesien die Kumon-metode self gekritiseer word as sou dit bloot prosedures inoefen sonder die ontwikkeling van kritiese denke (Ukai, 1994:88). Aan die ander kant lyk dit nie asof kritiese denke suksesvol kan ontwikkel sonder die inoefening van die prosedures waarop dit bou nie. Dit wil voorkom of ’n kombinasie van die twee ’n wenresep is (Ukai, 1994:110).

Bemeesteringsleer vereis dat leerders telkens ’n studievlak voldoende moet bemeester voordat hulle mag aanbeweeg na ’n volgende vlak (Eisner, 2000:5). In die algemeen beteken dit dat leerders ’n persentasie van 80 tot 90 moet bereik voordat hulle kan aanbeweeg (Ausubel *et al.*, 1978:387). As die 30 tot 40% standaard wat tans in skole as slaagsyfer aangelê word (Departement van Onderwys, 2009:37) hiermee vergelyk word, lyk mislukking feitlik gewaarborg. Dit is betekenisvol dat die aanbevelings van die taakspan vir hersiening van die NKV insluit dat die slaagsyfer vir Wiskunde in Graad 9 en 10 tot 50% verhoog moet word (Departement van Onderwys, 2009:37,64). Dit sal egter moeilik wees om so ’n aanbeveling spoedig te implementeer omdat dit ingefaseer moet word. As die vereiste slaagsyfer verhoog moet word om nader aan werklike bemeestering te beweeg, sal dit vanaf Graad 1 ingevoer moet word. ’n Skielike verhoging in slaagvereistes in Graad 9 sal eenvoudig te veel leerlinge laat druip.

Die Kumon-metode aanvaar die beginsel dat jong kinders in werklikheid herhaling geniet (Ukai, 1994:94). Enige ouer wat al dieselfde storie twintig keer moes voorlees sal dit waarskynlik kan beaam. Op grond hiervan word leerders wat met Kumon begin in die program ingelei op ’n baie laer vlak as wat hulle vermoëns, bepaal deur ’n voortoets, aandui (Ukai, 1994:94-96). Herhaling van reeds bemeesterde werk verseker natuurlik ’n groter persentasie sukseservarings, wat waarskynlik ’n meer positiewe gesindheid teenoor Wiskunde kweek. Dit lei tot die vraag wat die rol van meer emosionele faktore in die ontwikkeling van wiskundige denke is.

2.4.3.5.3 Wiskunde vereis sekere konatiewe en affektiewe vaardighede

Kaplan (1987:1) wys op die moontlikheid dat ander veranderlikes, behalwe kognitiewe vermoëns, ’n rol speel by die ontwikkeling van wiskundige denke. Sy sê dat die verskil in kognitiewe vermoëns by jong kinders nie die verskil in hulle benadering tot wiskundige probleme volledig kan verklaar nie. In die kinders wat sy waargeneem het, kon daar duidelik tussen wat sy “pro-wiskundige” en “anti-wiskundige” denkers noem, onderskei word. Die kinders verskil byvoorbeeld in die wyse waarop hulle op hulle eie foute reageer, die mate van bewussyn van die beperktheid van hulle kennis, die genot wat hulle put uit die refleksie op hulle denkprosesse, die vlak van hulle betrokkenheid by die wiskundige probleme wat hulle oplos, hulle deursettingsvermoë, en die variasie in hulle gemoedstemming van die begin tot die voltooiing van ’n taak (Kaplan, 1987:9). Haar gevolgtrekking is dat affektiewe faktore ’n betekenisvolle rol in die ontwikkeling van wiskundige denke speel.

Botha *et al.* (2008:3) rapporteer dat die meganisme wat by die Universiteit van Stellenbosch gebruik word om die prestasie van eerstejaars te voorspel, ’n variansie van 36,2% akkuraat voorspel wanneer slegs ses kwantitatiewe faktore (bv. Graad 12-punte en die universiteit se toelatingstoetspunte) in ag geneem word. Die variansie verbeter tot 39,4% wanneer elf kwalitatiewe faktore (byvoorbeeeld studiegewoontes en motivering) bygevoeg word. Vir Natuurwetenskappe, in die besonder, verbeter die variansie van 37,0% tot 44,8%.

Een van die nie-kognitiewe faktore wat in ag geneem moet word, is sekerlik die rol van dissipline. Kumon konsentreer leerders se aandag vir ’n kort maar intense periode élke dag op die inoefen van basiese vaardighede (Ukai, 1994:99). Die metode se sukses in Japan word in ’n groot mate toegeskryf aan ouers, gewoonlik die moeder, wat toegewyd sorg dat die nodige oefeninge daagliks voltooi word. Die klem lê nie soseer op die hoeveelheid tyd wat aan Wiskunde spandeer word nie, maar op die gereeldheid daarvan. Ook Smith (2002:173) skryf dat oefening gereeld moet plaasvind om effektief te wees. In Amerika, waar dieselfde toewyding om verskillende redes afwesig is, is die sukses van die Kumon-metode baie meer wisselvallig (Ukai,

1994:106). Die vraag ontstaan of ’n permissiewe samelewing, waar kinders selde gedwing word om gereeld hard te werk, nie die vermoë om hulle wiskundige vermoëns stapsgewys te ontwikkel ondermyn nie.

Volgens Butterworth (1999:313, 318) vorm gereelde harde werk die enigste bewese perk van prestasie in Wiskunde. Hy wys op die betekenisvolle feit dat daar aangetoon is dat die menslike brein ekstra selle aan ’n vaardigheid toewys wanneer daardie vaardigheid herhaaldelik ingeoefen word. Standhoudende veranderinge in die brein is dus afhanklik van gereelde oefening. Baie vroeg in ’n mens se lewe is die digtheid van breinverbindings hoër as in dié van ’n volwassene. Die aantal selle en die verbindings tussen hulle verander deur ervaring. Netwerke word gevorm en versterk deur gereelde gebruik. Verbindings wat nie gebruik word nie, word weggesnoei. In die proses word die brein ’n meer effektiewe orgaan (Smith, 2002:47). “Brain imaging studies” (Zamarian *et al.*, 2009:911, 914, 917) dui daarop dat herhaling die werking van die geheue versterk en gevolglik die eise wat aan die werkende geheue gestel word verminder, sodat die brein meer effektief funksioneer. Deur herhaalde inoefening bou leerders hulle vaardighede in rekenkunde op, en dit gaan gepaard met ’n verskuiwing van stadige, moeisame prosessering na vaardige en vinnige herroeping. Namate berekeninge meer outomaties word, verminder die eise wat aan die werkende geheue gestel word, met die gevolg dat die brein ’n meer geïntegreerde en energie-doeltreffende orgaan word.

Op ‘T Eynde *et al.* (2006:201-204) skryf dat kognitiewe, konatiewe en affektiewe faktore in ag geneem moet word in die bestudering van die ontwikkeling van leerders se wiskundige denke. Leerders wat byvoorbeeld ’n positiewe persepsie oor hulle eie wiskundige vermoëns het, blyk meer deursettingsvermoë aan die dag te lê om probleme op te los.

Die vraag is egter of hier nie kousaliteit afgelei word uit blote korrelasie nie. Is dit nie eerder ’n geval dat leerders positief begin dink oor hulle wiskundige vermoë omdat hulle suksesvol is in die oplos van wiskundige probleme nie? Ook Schoenfeld (1989:342) waarsku dat korrelasies tussen leerders se persepsies oor hulle wiskundige vermoëns en hulle Wiskunde-prestasie nie

goedskiks as ’n oorsaak-gevolg-verhouding geïnterpreteer moet word nie. In ieder geval blyk uit die studie van Op ‘T Eynde *et al.* (2006:204) dat die proses van probleemoplossing dikwels met frustrasie gepaard gaan en dat leerders gehelp moet word om hierdie frustrasies te hanteer en te kanaliseer. As onderwyser het die navorser van hierdie studie dikwels waargeneem dat sommige leerders gefrustreerd voel omdat hulle feitlik altyd in Wiskunde besig is met iets wat hulle nie verstaan nie. Die oomblik dat hulle ’n probleem verstaan, is dit tyd om na die volgende probleem te beweeg. Hierdie feit stel sekerlik besondere emosionele eise aan leerders wat nie in dieselfde mate in ander vakke voorkom nie.

Die bostaande sluit aan by Vygotsky (1978:84-91) se konsep van die “sone van naaste ontwikkeling”. Hy definieer dit as die gaping tussen die bestaande vlak van ontwikkeling soos bepaal deur onafhanklike probleemoplossing en die potensiële vlak van probleemoplossing waartoe die leerder met hulp in staat is. As leerders slegs gekonfronteer word met probleme op hulle huidige vlak van ontwikkeling, leer hulle in werklikheid nie veel nie. Daar is nie voldoende uitdaging om die leerder emosioneel te stimuleer sodat die nodige stowwe in die brein afgeskei word om groei en herstrukturering van die selle en selverbindings in die brein te bevorder nie (Hüther, 2006:332).

Bostaande beklemtoon weer die belangrikheid van ’n toepaslike vlak van voorkennis. Leerders wat gekonfronteer word met probleme waarvoor hulle hoegenaamd nie die vereiste vlak van ontwikkeling bereik het nie, sal onbeheerbare stres ervaar wat aanleiding kan gee tot mislukking of wangedrag. Wanneer leerders aan die ander kant in groepe onderrig word en te veel tyd aan die remediëring van die voorkennis van sommige leerders bestee word, sal die ander leerders wat reeds die betrokke vlak van voorkennis bereik het, verveeld raak en uiteindelik baie min leer.

Hüther (2006:341) beklemtoon ook die belangrikheid van affektiewe faktore. Hy wys daarop dat kinders se emosionele sekuriteit gebou word deur positiewe ervarings in hulle vroegste jare, en veral in die verhouding met hulle ouers. Hierdie positiewe ervarings vind neerslag in gevestigde strukture in die brein wat die kind se reaksie op uitdagings bepaal. Wanneer die kind deur

stres gekonfronteer word deurdat hy/sy ’n onbekende probleem moet hanteer, bepaal die stabiliteit van hierdie netwerke in die brein hoe die kind dit sal hanteer. Die kind sal die stres as hanteerbaar ervaar en daarvolgens reageer as die nodige stabiele netwerke in sy/haar brein deur vorige ervarings gevorm is. So ’n kind behoort emosioneel meer opgewasse te wees om die eiesoortige uitdagings en selfs frustrasies waarmee die bemeestering van Wiskunde dikwels gepaardgaan, te verwerk as iemand wat nie dieselfde sekuriteit ervaar het nie.

Tot sover die moontlike oorsake van die gebrekkige voorkennis van universiteitstudente. Wat kan egter vir hulle gedoen word? Daar is getuienis dat remediëring wel in hierdie stadium moontlik is indien dit korrek aangepak word. Die sukses van navorsing oor die effek van oorbruggingskursusse word vervolgens bespreek.

2.4.4 Remediëring op tersiêre vlak

In Nederland is groot sukses behaal met die “National Knowledge Bank Basic Skills Mathematics”-projek om die agterstande in te haal wat veroorsaak is deur kurrikulums wat nie by mekaar aangesluit het nie (*cf.* 2.4.1). Die projek is daarop gerig om die gaping tussen studente se Wiskunde-voorkennis wat op skool verwerf is en die voorkennis wat die universiteit vereis, te oorbrug en te poog om hierdie gaping op die lange duur uit te wis. Die sukses van hierdie projek in die eerste jaar dui daarop dat remediërende onderwys om die gaping tussen skool en universiteit te oorbrug, suksesvolle studie in die eerste jaar op universiteit betekenisvol verhoog (Van Gastel & Brouwer, 2010:230, 231). Van der Flier *et al.* (2003:408) rapporteer soortgelyke sukses in ’n oorbruggingskursus aan die Universiteit van die Noorde.

In ’n studie deur Bernstein (2002:5) by die Universiteit van die Witwatersrand is opvoedkundig-benadeelde studente gekies vir ’n jaarlange voorgraadse oorbruggingskursus in Wiskunde. In die studente se eerste graadjaar, na die oorbruggingsjaar, was hulle gemiddelde en slaagpersentasie vir Wiskunde beduidend hoër as dié van die res van die groep. In die tweede en derde jaar was daar geen beduidende verskil tussen hulle Wiskunde-resultate en dié van

ander studente wat nie benadeel was nie. Die oorbruggingskursus het hulle dus in staat gestel om hulle agterstande te oorkom.

Du Preez *et al.* (2008:50-62) het in 'n studie by die Universiteit van Pretoria die eerstejaars in drie groepe verdeel op grond van hulle M-telling en hulle prestasie in 'n toelatingstoets in Wiskunde. Die vereiste M-telling vir toelating tot die ingenieurstudie, wat deur hulle Graad 12-punte bepaal word, is 18 punte. Al die groepe het normale, formele klasse en praktiese periodes bygewoon. Twee groepe, albei met 'n gemiddelde M-telling van 19, het addisionele ondersteuning in die vorm van tutoriale ontvang en 'n verlengde studieprogram van vyf jaar gevolg. Die normale kursusse vir die eerste twee jaar is oor drie jaar versprei. Een van die laasgenoemde groepe wat beduidend swakker as die ander een in die toelatingstoets tot ingenieurstudie gevaar het, het ook 'n Professionele Oriëntasiekursus (POK) gevolg. Die derde groep, wat geen addisionele ondersteuning ontvang het nie en die kursus oor die normale vier jaar voltooi het, se gemiddelde M-telling was 25 en hulle het beduidend beter in die toelatingstoets gevaar as die ander twee groepe.

Die drie groepe se prestasie in Differensiaalrekene is telkens vergelyk. Die resultate dui daarop dat die groep wat die POK gevolg het, beduidend beter presteer het as die ander groep wat ook 'n verlengde kursus met addisionele tutoriale gevolg het, hoewel die twee groepe se gemiddelde M-telling vir Graad 12 dieselfde was. Die POK-groep se prestasie het nie beduidend verskil van dié van die groep wat 'n gewone kursus oor vier jaar gevolg het nie, hoewel die laasgenoemde groep se gemiddelde M-telling vir Graad 12 beduidend hoër as dié van die POK-groep was. Die addisionele hulpprogram was dus suksesvol omdat dit die studente gehelp het om hulle agterstand te oorkom. Die groep wat nie die POK voltooi het nie, het egter nie veel by die verlengde studieprogram en die addisionele tutoriale gebaat nie. Dit versterk die gedagte dat meer faktore as net gebrekkige vakkennis betrokke is by studente se swak Wiskunde-prestasie (*cf.* 2.4.3.5.3).

2.4.5 Vereiste voorkennis waarmee die skool leerders moet toerus

As ’n mens die Wiskunde I-sillabus en die Suid-Afrikaanse skoolkurrikulum vergelyk (Tabel 2.1), behoort studente wat by die universiteit inskryf, toegerus te wees vir die eise wat aan hulle gestel gaan word. Die vereiste voorkennis in die volgende tabel is geensins volledig nie. Dit illustreer bloot hoe die Verdere Onderwys en Opleiding (VOO) fase se kurrikulum by dié van die universiteit inskakel en hoe laasgenoemde op eersgenoemde voortbou. Dit wys dus op die stewige fondament wat die skoolkurrikulum potensieel vir die Wiskunde I- sillabus kan lê. Die skoolkurrikulum en die universiteitsillabus word in Tabel 2.1 langs mekaar gestel.

Wiskunde I	**Nodige voorkennis**	**Grade**
Eksponente	Breuke	8
	Basiese eksponent-leer	10,11
	Oplos van vergelykings	10
Logaritmes	Eksponente	10
	Basiese logaritme-leer	12
	Oplos van vergelykings	10,11
Binomiaal-teorie	Eksponente	10,11
Trigonometrie	Basiese trigonometrie-feite	10
	Trigonometriese identiteite	11
	Saamgestelde hoeke	12
	Inverse funksies	12
Radiaalmaat	Substitusie	9
	Oplos van vergelykings	10
Sinusfunksie	Trigonometriese funksies	10
	Skets van grafieke	10
Manipulasie van formules	Volgorde van bewerkings	8
	Substitusie	9
	Oplos van vergelykings	10

Wiskunde I	Nodige voorkennis	Grade
Skets van grafieke	Funksiebegrip	10-12
	Inverse van ’n funksie	12
	Skets van basiese grafieke	10
	Vierkantsvoltooiing	11
	Oplos van vergelykings	10,11
	Ontbinding in faktore	10
	Oplos van kwadratiese vergelykings	11
Passing van kurwes	Skaal	9
	Punt-vir-punt skets van grafieke	10
Differensiasie	Limiete	10-12
	Definisie van differensiasie	12
	Differensiasie vanaf eerste beginsels	12
	Differensiasie-reëls	12
Sketsgrafieke, maksimum en minimum	Res- en faktorstelling	12
	Ontbind in faktore	10,12
	Oplos van vergelykings	10,11
	Raaklyne	11
	Gradiënte	10-12
Snelheid en versnelling	Oplos van vergelykings	10
	Differensiasie	12
Newton-Raphson-metode	Vergelykings van reguit lyne	10
Integrasie	Differensiasie	12
Bepaalde integraal en area	Substitusie	9
	Areas	8,9
Simpson se reël	Substitusie	9
	Funksiewaardes	10
Komplekse getalle	Oplos van (gelyktydige) vergelykings	10
Polêre vorm	Trigonometriese definisies	10
Teorie van De Moivre	Eksponente	10
Statistiek	Basiese statistiek	10,11
	Substitusie	10

Tabel 2.1: Voorkennis uit die kurrikulum van die VOO-fase wat vir Wiskunde I sillabus benodig word

2.4.6 Implikasies van ontoereikende voorkennis

Dit is in die konteks van die bepalende rol van voorkennis wat die skokkende druipsyfer van selfs studente in Wiskunde II by Suid-Afrikaanse universiteite van tegnologie beskou moet word. Alhoewel ’n slaagsyfer van 50% in Wiskunde I die algemeen aanvaarde standaard is, vorm dit duidelik nie ’n voldoende fondament om die daaropvolgende begrippe in Wiskunde II te bou nie. Die vraag ontstaan of die unieke aard van die vak genoeg aandag kry wanneer daar gesoek word na redes en oplossings vir ons studente se probleme met Wiskunde. Dit is duidelik dat studente, hoe ver hulle ook al wil vorder, **moet begin op die vlak waar hulle is**.

As oud-onderwyser is die navorser bekend met die feit dat die bevorderingstelsel in Suid-Afrikaanse skole op ’n 30-40%-standaard berus. Die navorser se jarelange ervaring as Wiskunde-onderwyser en dosent het haar in kontak gebring met groot getalle leerders wat jaarliks ’n volgende jaar se leerinhoud probeer balanseer op ’n speldekop se voorkennis. Leerders wat 30% vir Wiskunde in Graad 8 en 9 behaal het, word toegelaat om Wiskunde tot Graad 12 neem. Ouers dring soms selfs daarop aan dat ’n leerder toegelaat moet word om Wiskunde te neem alhoewel hy/sy dit reeds in Graad 9 gedruip het. Die benardheid van die situasie word weerspieël in die aanbevelings van die taakspan vir die hersiening van die NKV dat die vereiste slaagsyfer vir Wiskunde in Graad 9 en 10 na 50% verhoog moet word (Departement van Onderwys, 2009:37, 64).

In Graad 12 word leerders gebombardeer met addisionele klasse, vakansieskole en eksamenafrigting. Indien ’n leerder dan met al hierdie bykomende hulp die vereisde prestasie in Wiskunde behaal, kan hy/sy by ’n universiteit inskryf vir Wiskunde I. Dieselfde studente wat met maksimale hulp die minimum voorkennis behaal het, moet dan skielik in ’n onpersoonlike universiteitsituasie grotendeels self die mas opkom en leerinhoud bemeester wat bou op veronderstelde voorkennis wat effektief geïnternaliseer is.

Onderskeid word dikwels getref tussen ’n leerder se bestaande vlak van voorkennis en sy/haar potensiaal om in Wiskunde onderrig te word (Carmody

et al., 2006:24). Die veronderstelling is dan dat leerders wat oor die potensiaal beskik om wiskundig onderrig te word, tog die mas behoort op te kom ten spyte van hulle gebrek aan voorkennis. Dit word egter betwyfel of hierdie onderskeid sinvol is, veral ten opsigte van Wiskunde op tersiêre vlak en in die lig van die voorafgaande betoog oor die aard van Wiskunde en die belangrikheid van voorkennis. Hoewel Howie (2002:45) skryf dat kognitiewe vermoë steeds die beste voorspeller van sukses in Wiskunde is, wil dit voorkom of dit beslis nie eenvoudig is om op tersiêre vlak kognitiewe vermoë en verwerfde kennis in Wiskunde van mekaar te skei nie. Die vraag is of verwerfde kennis nie op hierdie stadium die meting van kognitiewe vermoë beduidend sal beïnvloed nie. In ’n studie oor die effek van 40 faktore wat skoolprestasie beïnvloed, het Hattie (1992:8) bevind dat leerders se voorafgemete kognitiewe vermoë die tweede grootste effek (ná versterking by wyse van terugvoer) op hulle prestasie het. Indien getoon kan word dat die vlakke van voorkennis, wat in elk geval in die Graad 12-eksamen gemeet is, ’n akkurate voorspeller van toekomstige sukses is, blyk dit onnodig te wees om te probeer onderskei tussen kognitiewe vermoë en voorkennis. Vlakke van voorkennis is geredelik beskikbaar of kan maklik getoets word, terwyl die toets van kognitiewe vermoë in die huidige situasie talle probleme inhou. Studente wat wel oor goeie kognitiewe vermoëns beskik, maar as gevolg van gebrekkige onderrig swak presteer het, sal dan outomaties op grond van hulle swak punte in ’n kategorie val wat vir addisionele hulp verwys word.

Selfs in gevalle waar getoon kan word dat ’n student onderrigbaar is ten spyte van ’n ernstige gebrek aan voorkennis, sou dit nouliks in die praktyk moontlik wees om so ’n student binne die bestek van een semester tot op dieselfde prestasievlak te bring as studente wat wel oor die vereiste voorkennis beskik. Dit is in ieder geval onrealisties om te verwag dat studente met verskillende vlakke van voorkennis deur dieselfde onderrigproses na ’n enkele semester dieselfde prestasievlak kan behaal.

Dit lei tot die vraag: Sal studente nie baie beter presteer as hulle aanvanklike probleem, naamlik gebrekkige voorkennis (soos in die voorafgaande betoog word), van die begin af aangespreek word nie? Aangesien meer as die helfte

van die studente in ieder geval ’n ekstra semester benodig om Wiskunde I en II te bemeester, of dit nooit bemeester nie (*cf.* 2.1), kan hierdie tyd beter bestee word deur hulle voorkennis op standaard te bring vóór hulle Wiskunde I aandurf. ’n Oorbruggingskursus of ’n verlengde studieprogram met addisionele hulp vir die bemeestering van veral Wiskunde, sal tyd nuttiger gebruik en waarskynlik meer studente help om te slaag en vermoedelik terselfdertyd dié wat net-net slaag ook help om noemenswaardig beter te presteer**.** Die mikpunt is tog seker optimale prestasie en nie net om ’n minimumslaagpunt te behaal nie. **Die belangrike beginpunt en die fokusgebied van hierdie studie is om die spesifieke studente wat hulp nodig het, vroegtydig en akkuraat te identifiseer.**

Daar is al heelwat navorsing gedoen oor die oorsake van swak prestasie in Wiskunde en die identifisering van studente vir oorbruggingskursusse en dergelike ingrypings (Carmody *et al.*, 2006:24-30; Eiselen *et al*., 2007:38-49; Du Preez *et al.*, 2008:49-62). In die huidige situasie by universiteite voltooi slegs ongeveer ’n kwart van die studente wat toegelaat word om vir Wiskunde in te skryf, Wiskunde I en II in die minimumtyd van twee semesters. Van die ongeveer 50% van studente wat Wiskunde I slaag, slaag slegs ongeveer 50% Wiskunde II. Die mikpunt van hierdie studie is om, met behulp van ’n kwantitatiewe korrelasiestudie, oortuigend te toon dat studente se Graad 12 Wiskunde-punte ’n betroubare basis vorm vir die vroegtydige identifisering van studente wat byvoorbeeld vir ’n oorbruggingskursus verwys moet word.

Alhoewel kritiek oor die betroubaarheid van skoolpunte (reeds genoem) geopper word (Mji & Makgato, 2006:253), is die finale punt in Graad 12 die resultaat van ’n eksterne nasionale eksamen. Die standaard van die eksamen mag dalk bevraagteken word en sodanige kritiek word inderdaad gehoor, veral ten opsigte van die nuwe NKV-kurrikulum wat vir die eerste keer in 2008 geëksamineer is (HESA, 2009:5, 6) en wat studente in die studiepopulasie voltooi het. Wat die standaard egter ook al is, dit is uniform vir alle leerders en verteenwoordig dus ’n vergelykingsbasis van hoe leerders volgens dieselfde gestelde kriteria presteer. Hoe waardevol dit ook al akademies mag wees om die oorsake van leerders se probleme na te vors en

te bepaal wie se skuld dit is, is dit nie die doel van hierdie studie nie. Die doel is om binne die werklike situasie die beste moontlike oplossing te vind wat in die kort- tot mediumtermyn uitvoerbaar is en aan die studente ’n beter kans op ’n goeie kwalifikasie te bied. **Identifisering van studente wat hulp benodig los natuurlik steeds nie die probleem op nie, maar is tog die noodsaaklike beginpunt vir ’n moontlike oplossing.**

2.5 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is by wyse van ’n literatuurstudie lig gewerp op die probleme met Wiskunde-onderrig en swak prestasie in die vak. Daar is gepoog om moontlike verklarings vir bogenoemde verskynsel te vind. Die unieke aard van die vak wat voorkennis in die onderrig daarvan noodsaak en wat dikwels geïgnoreer en/of onderskat word, is beklemtoon as die rede vir studente se probleme. Suksesvolle pogings met remediëring op tersiêre vlak is gerapporteer. In die volgende hoofstuk word die empiriese ondersoek beskryf.

HOOFSTUK 3

EMPIRIESE ONDERSOEK

3.1 INLEIDING

In die literatuurstudie is verskeie faktore ondersoek wat prestasie in Wiskunde kan beïnvloed. Hierdie faktore het oor die algemeen ’n invloed op leerders vir die grootste gedeelte van hulle lewens, maar dit is veral opmerklik tydens hulle skoolloopbaan.

Die studente in die studiepopulasie het almal in Suid-Afrika gematrikuleer en was dus onderhewig aan al die probleme wat op skoolvlak ondervind word, naamlik probleme rondom artikulasie van die kurrikulum, gebrekkig gekwalifiseerde onderwysers, te min tyd vir Wiskunde-onderrig, en taalprobleme (*cf.* 2.4.3). Daarbenewens het die unieke aard van die vak Wiskunde, wat veral met verwysing na voorkennis manifesteer, die noodsaak van stapsgewyse ontwikkeling van wiskundige denke beklemtoon. Verskillende konatiewe faktore, byvoorbeeld motivering en deursettingsvermoë, het in almal se lewens ’n rol gespeel (*cf.* 2.4.3.5).

Die empiriese ondersoek het egter gefokus op die punte vir Wiskunde in Graad 12 as ’n voorspeller van sukses in Wiskunde op tersiêre vlak. Die bedoeling is geensins om die ander faktore te ignoreer of te impliseer dat hulle nie belangrik is nie. Die veronderstelling is dat al die faktore wat Wiskunde-prestasie beïnvloed se effek reeds sodanig in die Wiskunde-punte vir Graad 12 weerspieël word dat hierdie punte ’n akkuraat genoeg voorspeller van sukses of mislukking in Wiskunde op tersiêre vlak bied.

3.2 DOELSTELLING EN DOELWITTE VAN DIE NAVORSING

Die doelstelling van hierdie studie is om vas te stel in watter mate daar ’n korrelasie tussen Wiskunde-punte in Graad 12 en prestasie in Wiskunde I en II bestaan.

Hierdie doelstelling is in ’n aantal doelwitte verdeel:

- Om te bepaal watter faktore moontlik die probleemsituasie met Wiskunde op skool kan verklaar.

- Om te bepaal in watter mate Graad 12 Wiskunde-punte ’n betroubare voorspeller van sukses in Wiskunde I en II by ’n universiteit van tegnologie is.

- Om te bepaal hoe nodig ’n verdere toelatingseksamen vir die kanalisering van studente vir addisionele hulp is.

- Om te bepaal hoe betroubaar studente op grond van hulle Wiskunde-punte in Graad 12 in twee groepe verdeel kan word, naamlik diegene wat ’n redelike kans op sukses het en dié wat nie so ’n redelike kans het nie.

- Om te bepaal hoe statisties beduidend die verskil in die prestasie van studente in Wiskunde II is wat die kursus direk na voltooiing van Wiskunde I aanpak en dié wat eers ’n semester oorslaan.

- Om te bepaal in watter mate die bepalende invloed van voorkennis op toekomstige sukses geïllustreer word deur die inhoud van die Wiskunde I-sillabus by ’n universiteit van tegnologie met die skoolkurrikulum te vergelyk.

3.3 HIPOTESES

3.3.1 Nulhipoteses

H_0^1: Daar is geen korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en Wiskunde I en II nie.

H_0^2: Daar is geen korrelasie tussen Wiskunde-prestasie op enige vlak in die Graad 12-eksamen en prestasie in Wiskunde I nie.

H_0^3: Daar is geen korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in die Graad 12-eksamen en die tyd wat ’n student neem om Wiskunde I en II te voltooi nie.

H_0^4: Daar is geen statisties beduidende verskil tussen die prestasie van studente wat direk aangaan met Wiskunde II na voltooiing van Wiskunde I en studente wat ’n semester oorslaan nie.

3.3.2 Alternatiewe hipoteses

H_a^1: Daar is ’n sterk positiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en Wiskunde I en II.

Daar is ’n sterk negatiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en Wiskunde I en II .

Daar is ’n verband tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en Wiskunde I en II.

H_a^2: Daar is ’n sterk positiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie op bepaalde vlakke in die Graad 12-eksamen en prestasie in Wiskunde I.

Daar is ’n sterk negatiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie op bepaalde vlakke in die Graad 12-eksamen en prestasie in Wiskunde I.

Daar is ’n verband tussen Wiskunde-prestasie op bepaalde vlakke in die Graad 12-eksamen en prestasie in Wiskunde I.

H_a^3: Daar is ’n sterk positiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in die Graad 12-eksamen en die tyd wat ’n student neem om Wiskunde I en II te voltooi.

Daar is ’n sterk negatiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in die Graad 12-eksamen en die tyd wat ’n student neem om Wiskunde I en II te voltooi.

Daar is ’n verband tussen die Wiskunde-prestasie in die Graad 12-eksamen en die tyd wat ’n student neem om Wiskunde I en II te voltooi.

H_a^4: Daar is ’n sterk statisties beduidende verskil tussen die prestasie van studente wat direk aangaan met Wiskunde II na voltooiing van Wiskunde I en studente wat ’n semester oorslaan.

Daar is ’n matig statisties beduidende verskil tussen die prestasie van studente wat direk aangaan met Wiskunde II na voltooiing van Wiskunde I en studente wat ’n semester oorslaan.

3.4 VERANDERLIKES

Die veranderlikes vir die eerste hipotese sal die Wiskunde-punt vir Graad 12 aan die een kant, en die punte vir Wiskunde I en Wiskunde II aan die ander kant wees. Vir die tweede hipotese sal die Wiskunde-punt vir Graad 12 se korrelasie met dié vir Wiskunde I in drie kategorieë ondersoek word, naamlik 40-59%, 60-79% en 80-100%. Die derde hipotese sal getoets word deur die studente in kategorieë te verdeel en te bepaal of daar ’n statisties beduidende verskil is tussen die punte vir Graad 12 van studente wat suksesvol was en dié wat onsuksesvol was. Die laaste hipotese sal getoets word deur die Wiskunde II-punte van studente wat ’n semester na voltooiing van Wiskunde I oorgeslaan het, te vergelyk met dié van studente wat nie ’n semester oorgeslaan het nie.

3.5 NAVORSINGSMETODOLOGIE

3.5.1 Navorsingsparadigma

‘n Navorser se siening van die werklikheid word bepaal deur sy of haar lewens- en wêreldbeskouïng (Maree, 2007;32,33). Die navorser van hierdie studie het gekies vir ‘n realistiese posisie. Die werklikheid van studente se punte en die korrelasies daar tussen is harde feite wat objektief waargeneem kan word. Die epistomologiese uitgangspunt is positivisties, aangesien die kennis waarmee gewerk word nie relatief is nie, maar eksak. Die korrelasies wat waargeneem word kan dus die basis vorm vir voorspellings van toekomstige prestasies. Hipoteses kan getoets word en die resultate van hierdie toetse lewer redelike eksakte resultate wat positief gestel kan word (Burrell & Morgan, 1979:4). Hierdie uitgangspunt van die navorser het

daartoe gelei dat sy haarself as ‘n objektiewe waarnemer van studente se prestasies gesien het. Dié uitgangspunt is as besonder geskik geag vir ‘n kwantitatiewe studie wat op korrelasies berus. Volgens Maree (2007:145) is kwantitatiewe navorsing objektief in die gebruik van numeriese data. Korrelasies kan eksak bereken word en die navorser werk nie direk met die deelnemers nie, maar verkry slegs op onpersoonlike wyse hulle punte en verwerk dit statisties.

3.5.2 Navorsingsontwerp

Aangesien die korrelasies tussen die Wiskunde-punte in Graad 12 en dié in Wiskunde I en II op tersiêre vlak ondersoek is, is besluit om ’n kwantitatiewe studie te doen. Studente se prestasies kan natuurlik nie volledig kwantitatief verklaar word nie, aangesien daar ook konatiewe faktore daarby betrokke is. Vir die doeleindes van hierdie studie is egter hoofsaaklik gekonsentreer op die voorspelling van sukses op grond van kwantitatief gemete voorkennis. Dit blyk redelik te wees om aan te neem dat die effek van konatiewe faktore reeds grotendeels in die gemete voorkennis weerspieël sal word (*cf.* 3.1).

Creswell (2005:597) beskryf kwantitatiewe navorsing as ‘n ontwerp waarmee tendense bepaal en verhoudings tussen veranderlikes geanaliseer kan word. Die doel van kwantitatiewe navorsing is om te bepaal of algemene voorspellings op grond van die data geldig is (Leedy, 1997:105). Die ontwerp was dus ideaal vir die betrokke studie aangesien die navorser wou bepaal of Gr. 12 Wiskunde-punte as ‘n betroubare voorspeller van sukses in Wiskunde op tersiêre vlak aan ‘n universiteit van tegnologie gebruik kan word.

3.5.3 Navorsingstrategie

’n Korrelasiestudie is onderneem waarin die verband tussen die Wiskunde-punt in Graad 12 en dié vir Wiskunde I en II ondersoek is. Volgens Leedy en Ormrod (2005:108) ondersoek korrelatiewe navorsing die kovariansie van veranderlikes, naamlik die mate waartoe verskille in een veranderlike verband hou met verskille in een of meer ander veranderlikes. Dit is ’n vorm van beskrywende kwantitatiewe navorsing. In hierdie studie is die korrelasie tussen die Wiskunde-punte in Graad 12 en dié in Wiskunde I en II ondersoek.

Die situasie is nie gemanipuleer nie, maar is ondersoek soos dit hom voorgedoen het. Kwantitatiewe data is ingesamel en statisties ontleed.

'n Korrelasiestudie beskryf die homogeniteit of heterogeniteit van veranderlikes asook die graad van korrelasie tussen veranderlikes, en interpreteer die waargenome verband tussen die veranderlikes. 'n Sterk korrelasie dui nie noodwendig op kousaliteit nie, maar kan moontlik op 'n gemeenskaplike kousale verband dui (Leedy & Ormrod, 2010:192, 192). Indien 'n redelike sterk positiewe korrelasie in hierdie studie tussen die Wiskunde-punte in Graad 12 en dié in Wiskunde I en II gevind word, kan dit gebruik word om studente se sukses in Wiskunde I en II te voorspel op grond van hulle Wiskunde-punte in Graad 12. Die data is retrospektief (*ex post facto)* van aard en daarom onderworpe aan die gebreke van historiese getuienis.

Volgens Creswell (2005:325-341) word korrelasiestudies gebruik om die verwantskap tussen veranderlikes te verduidelik asook om die waarde van die een veranderlike te voorspel op grond van die waarde van die ander een. Data word op een spesifieke stadium ingesamel en die voorafgaande en daaropvolgende waardes is nie van belang nie. In so 'n studie kan slegs die statistiek beheer word aangesien daar geen ingrypings in die normale verloop van gebeure is nie. Die Wiskunde-punt in Graad 12 sal in hierdie geval die voorspeller-veranderlike wees en die punte in Wiskunde I en II die kriteria-veranderlike.

Hierdie vorm van navorsing word gekenmerk deur tabelle en spreidingsgrafieke. As die spreidingsgrafiek lineêr is, word die Pearson-korrelasie-koëffisiënt (r) bereken. Indien die grafiek 'n kurwe vorm, word die Spearman rho-koëffisiënt (r_s) bereken. Die waarde van r^2 dui op die omvang van die verwantskap (Creswell, 2005:333).

Alhoewel die studie seker ook algemene waarde sal hê, is dit nie die fokus nie. Die doel is om binne die spesifieke situasie wat hom by 'n universiteit van tegnologie voordoen, die probleem rondom swak prestasie in Wiskunde, en spesifiek die voorspelling daarvan, te ondersoek. Dit is geensins die doel van

hierdie studie om ’n denkbeeldige probleemsituasie te skets en dan te probeer oplos nie. Die doel is eerder om werklik ’n verskil te probeer maak in die navorser se spesifieke werksituasie. Daarom word die klassituasie op geen wyse gemanipuleer nie. Volgens Wasson (2010:3) word korrelasies algemeen gebruik om studente se akademiese sukses op tersiêre vlak te voorspel op grond van onder meer hulle punte op skoolvlak.

Daar is gepoog om aanbevelings te maak oor die eenvoudigste manier om studente te identifiseer wat nie ’n redelike kans op sukses in ’n normale program in Wiskunde I en II het nie. In Tabel 3.1 word die verskillende groepe van wie die puntekorrelasies in Wiskunde I en II met dié vir Wiskunde in Graad 12 ondersoek is, uiteengesit.

2008	2009 Semester 1	2009 Semester 2	2010 Semester 1	Uitkoms
Graad 12 Slaag	Wiskunde I Slaag	Wiskunde II Slaag		Suksesvol in twee semesters
		(Studente slaan ’n semester oor)	Wiskunde II Slaag	Suksesvol in twee semesters
			Wiskunde II Druip	Onsuksesvol
		Wiskunde II Druip	Wiskunde II (herhaal) Slaag	“Suksesvol” in drie semesters
			Wiskunde II (herhaal) Druip	Onsuksesvol
			Staak	Onsuksesvol
		Staak		Slegs Wiskunde I
	Wiskunde I Druip	Wiskunde I (herhaal) Slaag	Wiskunde II Slaag	“Suksesvol” in drie semesters
			Wiskunde II Druip	Onsuksesvol
		Wiskunde I (herhaal) druip		Onsuksesvol
		Staak		Onsuksesvol

Tabel 3.1: Moontlike roetes vir studente in Wiskunde I en II

Studente wat binne twee semesters Wiskunde I en II voltooi, ongeag die oorslaan van ’n semester, is as suksesvol beskou. Studente wat na drie semesters steeds nie daarin kon slaag om Wiskunde II te voltooi nie, is as onsuksesvol beskou. Hulle sou moontlik gebaat het by ’n oorbruggingskursus. Selfs studente wat na drie semesters wel Wiskunde II suksesvol voltooi het, sou waarskynlik by addisionele hulp gebaat het. Aangesien hulle in ieder geval ’n ekstra semester geneem het om hulle kwalifikasie te behaal, kon hierdie tyd eerder, en waarskynlik met beter resultate, aan ’n oorbruggingskursus gewy word.

3.5.4 Geldigheid van die navorsingsmetode

Leedy en Ormrod (2010:103-105) meen dat die interne en eksterne geldigheid van die studie oorweeg moet word. Wat interne geldigheid betref, is die vraag of die studie voldoende gekontroleer is om die gevolgtrekkings na aanleiding van die data te regverdig. In hierdie studie is die klassituasie geensins gemanipuleer nie. Daar is dus nie sprake van eksperimente of triangulasie nie. Die feit dat die situasie nie gemanipuleer is nie, verseker dat die resultate nie ongeldig beïnvloed is deurdat die studie onderneem is nie.

Wat die eksterne geldigheid betref, moet die studie se veralgemeningswaarde oorweeg word. In hierdie studie kon die steekproef nie ewekansig gekies word nie, en dus kan daar nie met sekerheid na die populasie veralgemeen word nie. Aan die ander kant is alle studente wat Graad 12 in 2008 volgens die NKV-kurrikulum voltooi het en in 2009 Wiskunde I by 'n spesifieke universiteit bestudeer het, in die steekproef opgeneem.

Die feit dat die situasie nie gemanipuleer is nie dra by tot die geldigheid van die studie. Indien die studie opgevolg kan word oor die verloop van 'n paar jaar en die korrelasies tussen die Wiskunde-punte in Graad 12 en dié in Wiskunde I en II ondersoek word, en/of die ondersoek na meer universiteite uitgebrei word, sal die waarde van die gevolgtrekkings bevorder word.

Volgens Creswell (2005:590) is konstrukgeldigheid die bepaling van die beduidenheid en doel van die waardes wat verkry word deur 'n ondersoek. Hy definieer kriteriageldigheid as die mate waarin waardes wat verkry is 'n goeie voorspeller is van die verwagte uitkoms. In die geval van hierdie studie is sorg gedra om 'n relatief groot steekproef (n = 376) te neem. Dit help om te verseker dat die verspreiding as normaal beskou kan word, wat 'n voorwaarde is vir die geldigheid van die statistiese gevolgtrekkings (Maree, 2007:234). Verder is die gebruik van korrelasies as voorspeller vir toekomstige waardes 'n algemeen aanvaarde statistiese metode (Leedy, 1997:224, 333; Wasson 2010:3). Vir die interpretasie van statistiese resultate is voorskrifte vir kritiese waardes van veranderlikes aan die hand van standaardwerke oor Statistiek

bepaal (Creswell, 2005:334,*cf*. 4.2). Soortgelyke studies in die literatuur is ook geraadpleeg (*cf*. 1.2).

3.6 INSTRUMENTE VIR DIE INSAMELING VAN DATA

3.6.1 Toetsing

Die finale punt vir Wiskunde in Graad 12 en die punte vir Wiskunde I en II wat in die finale semestereksamen behaal is, is gebruik. Die punte vir ’n hereksamen is ook in ag geneem.

3.6.2 Geldigheid en betroubaarheid

Leedy en Ormrod (2005:267) beklemtoon dat meetinstrumente geldig en betroubaar moet wees. Die instrument moet dus geldige resultate lewer, dit wil sê dit moet meet wat dit veronderstel is om te meet. Dit moet verder vertrou kan word om konsekwente resultate te lewer. Die meting van die data wat in hierdie studie gebruik is, het grotendeels buite die beheer van die navorser gelê aangesien bestaande data gebruik is. Dit is ook juis die betroubaarheid van hierdie meting wat ondersoek is. Die statistiese metodes was wel onder die beheer van die navorser en moet geldig toegepas word.

Daar is verseker dat die Graad12-resultate ’n ware weergawe van die leerder se werklike punte was. Vir dié doel is die Graad 12-punte direk van die rekords van die verkry. Hierdie punte is deur Umalusi (2008:61) gesertifiseer. Al mag daar meningsverskille bestaan oor die standaard van die eksamen, is dit nasionaal uniform en kon dit dus as basis vir hierdie studie gebruik word.

Die inhoud en standaard van die sillabusse aan die betrokke universiteit van tegnologie word saamgestel in oorleg met die departemente waarvoor die Wiskunde-departement as diensdepartement optree, dit is ingenieurswese, informatika en die toegepaste wetenskappe. Toets- en eksamenvraestelle en memorandums word deur vier ervare, goedgekwalifiseerde dosente opgestel en onderling gemodereer, ‘n proses wat gesigsgeldigheid verseker (Maree, 2007:217). Vraestelle vir Wiskunde I en II word nie ekstern gemodereer nie, maar die feit dat Wiskunde III wel ekstern gemodereer word, verseker dat ’n

hoë standaard gehandhaaf moet word. Hierdeur word inhoudsgeldigheid ook verseker (Maree, 2007:217).

Studente uit alle Wiskunde I-groepe skryf dieselfde toetse op dieselfde tydstip en dieselfde is waar vir Wiskunde II. Eksamenvraestelle word nagesien na ’n bespreking van die memorandum, waartydens ooreengekom word om die antwoordstelle op ’n uniforme wyse na te sien. Dosente merk nie hulle eie studente se vraestelle nie, maar ontvang elkeen ’n gedeelte van die totale groep vraestelle waarop studente slegs volgens hulle studentenommers geïdentifiseer word. Daarna modereer twee van die eksaminators die vraestelle van ander nasieners en van mekaar. Ten slotte moet die eksamenafdeling van die universiteit tevrede gestel word dat nasienwerk konsekwent gedoen is en daar geen buitensporige verskille tussen die puntetoekenning van nasiener en moderator voorkom nie.

Die punte vir studente in Wiskunde I en II is direk deur die navorser uit die eksamenrekords van die universiteit verkry.

3.7 POPULASIE EN STEEKPROEF

Die populasie sluit alle studente in Suid-Afrika in wat in 2008 Graad 12 volgens die NKV-kurrikulum met Wiskunde as vak voltooi het en in die eerste semester van 2009 by een van die ses Suid-Afrikaanse universiteite van tegnologie ingeskryf het vir ‘n kursus met Wiskunde as ’n verpligte komponent (Du Pré, 2009:xi). Studente wat vroeër of volgens ’n ander kurrikulum gematrikuleer het, is uitgesluit aangesien ander faktore (byvoorbeeld verskille in die sillabus) die resultate ongeldig kon beïnvloed. Hierdie beperking het outomaties ook studente uitgesluit wat die kursus herhaal het.

’n Spesifieke universiteit van tegnologie, waar die navorser ’n dosent in Wiskunde is, se Wiskunde I-studente in die eerste semester van 2009, wat Graad 12 in 2008 voltooi het, is as steekproef gebruik. Die steekproef is doelgerig en ook op grond van gerieflikheid gekies. Volgens Maree (2007:178) word ‘n doelgerigte steekproef gekies ten einde ‘n spesifieke doelstelling te bereik. In hierdie geval wou die navorser in haar spesifieke situasie as dosent in Wiskunde vasstel watter kriteria gebruik kan word om

studente wat ekstra hulp in Wiskunde benodig akkuraat te identifiseer. Dit was ook ‘n gerieflike steekproef aangesien studente se Wiskunde punte geredelik beskikbaar was. Maree (2007:177) dui aan dat ‘n gerieflikheidsteekproef voorkom wanneer die populasie gekies word op grond van die feit dat hulle maklik en gerieflik beskikbaar is.

Aangesien die steekproef nie ewekansig nie, maar wel doelgerig en op grond van gerieflikheid gekies is, en die situasie nie gemanipuleer is nie, het hierdie studie beperkte veralgemeningswaarde. Daar kan egter by interpretasie van die data versigtig gespekuleer word oor die moontlike voorspellingswaarde van die Graad 12-eksamenpunt in Wiskunde vir die prestasie van die hele bevolking as die afsnypunt vir toelating by universiteite van tegnologie oor die hele Suid Afrika in ag geneem word. Verder sal faktore soos veranderings in skoolkurrikulums en moontlike wisseling in die standaard van die Graad 12-vraestelle ook in ag geneem moet word as oor die voorspellingswaarde van die Graad 12-punte gespekuleer word. Die fokus is egter nie op veralgemening nie, maar op die ondersoek van ’n werklike probleem in plaaslike verband, in ’n poging om ’n daadwerklike verskil in studente se akademiese lewens te maak.

Daar is doelbewus geen biografiese inligting oor studente ingesamel nie sodat die studente heeltemal anoniem kon bly. Alle studente wat binne die grense van die steekproef geval het, is by die studie ingesluit, ongeag kultuur, geslag, ras, ensovoorts. Dit lyk dus redelik om aan te neem dat die groot steekproef (N = 376) net so heterogeen is as die studentepopulasie.

Die finale steekproef bestaan uit 376 studente. Hierdie studente was gedurende die eerste semester van 2009 verspreid tussen ongeveer 1 000 ander Wiskunde I-studente. Gedurende die tweede semester van 2009 was die studente verspreid tussen ongeveer 1 400 studente vir Wiskunde I en 1 300 studente vir Wiskunde II terwyl sommige ’n semester oorgeslaan het. Die situasie was soortgelyk gedurende die eerste semester van 2010. Die Wiskunde I-studente is in ongeveer 14 groepe deur nagenoeg 10 dosente onderrig. Die situasie vir studente in Wiskunde II is min of meer dieselfde met

effens minder studente, groter groepe, en ongeveer sewe dosente. Die klassituasie is op geen wyse gemanipuleer met die oog op die studie nie.

3.8 PROSEDURE VIR DIE INSAMELING VAN DATA

Die Graad 12 Wiskunde-punte van alle studente in die steekproef is uit die rekords van die Departement van Onderwys via die databasis van die universiteit verkry. Aangesien die navorser ’n dosent in die Wiskunde-departement is, het sy direkte toegang tot studente se eksamenpunte vir Wiskunde I en II.

Die punte vir Wiskunde I in die eerste semester van 2009 van die studente in die steekproef is ingesamel. Aan die einde van die tweede semester van 2009 is die studente opgevolg. Daar is onderskei tussen dié wat Wiskunde I geslaag het en direk voortgegaan het met Wiskunde II, dié wat gedruip het en Wiskunde I herhaal het, en dié wat ’n semester oorgeslaan het om later Wiskunde II te doen. Die punte vir Wiskunde I van herhalers asook die ander se punte vir Wiskunde II is verkry. Die studente wat Wiskunde I geslaag het maar ’n semester oorgeslaan het, is in die eerste semester van 2010 opgevolg en hulle punte is verkry. Studente wat Wiskunde II in die tweede semester van 2009 gedruip het, is in die eerste semester van 2010 opgevolg. Punte vir die hereksamens of die tweede eksamengeleentheid asook die resultate van hernasien is in ag geneem. Daarna is die studente geklassifiseer as suksesvol of nie suksesvol nie (*cf.* Tabel 3.1*)*. Die groep wat daarin geslaag het om Wiskunde I en II in twee semesters te voltooi (ongeag of hulle ’n semester oorgeslaan het) is as suksesvol geklassifiseer. Die res is as onsuksesvol beskou.

3.9 ONTLEDING EN INTERPRETASIE VAN DATA

Die navorser het die Statistiese Konsultasiedienste van die Noordwes Universiteit se Vaaldriehoekkampus genader om met die statistiese verwerking en interpretasie van die data te help.

Die korrelasie-koëffisiënte tussen die Graad 12-punte en die verskillende groepe se punte vir Wiskunde I en II (soos uiteengesit in Tabel 3.1), is telkens

bepaal. Hiervoor is inferensiële statistiek gebruik, aangesien afleidings en voorspellings op grond van die data gemaak is (Cohen *et al.*, 2007:504). Die data is parametries, kontinu en van vergelykende aard ("*ratio*"). Die Pearson-korrelasie-koëffisiënt (*r*) is gebruik om te bepaal of korrelasies (soos in hipoteses een tot drie) voorkom en wat die rigting en die omvang van sodanige korrelasies is. Waar die verwantskap nie-liniêr was nie, is die Spearman rho-korrelasie-koëffisiënt (r_s) gebruik. Die punte vir Wiskunde in Graad 12 is in verskillende kategorieë verdeel, (byvoorbeeld dié tussen 40 en 59%, dié tussen 60 en 79% en dié bo 80%) en die kategorieë se korrelasie met sukses in Wiskunde I en II is bepaal.

Vir die vergelyking van die twee Wiskunde II-groepe in die vierde hipotese is 'n eenrigting- ("*one-tailed*") *t*-toets gebruik om vas te stel of die verskil in prestasie tussen die twee groepe statisties beduidend is (α = 0,01). Cohen se *d* is ook telkens bepaal om die praktiese grootte van verskille aan te dui.

Statistiese tegnieke is gebruik om die korrelasie-koëffisiënte te bepaal tussen die punte vir Wiskunde in Graad 12 en die punte vir Wiskunde I, asook tussen die punte vir Wiskunde in Graad 12 en dié vir Wiskunde II. 'n Hoë positiewe korrelasie (relatief naby aan 1) dui aan dat sukses of mislukking in Wiskunde I of II betroubaar voorspel kan word op grond van studente se punte vir Wiskunde in Graad 12. Die kategorieë "suksesvol" en "nie suksesvol nie" is daarna ondersoek om vas te stel watter punt in Graad 12-Wiskunde as 'n afsnypunt beskou kan word om sukses te verseker.

Beskrywende statistiek is ook gebruik aangesien, in die vergelyking van groepe, die standaardafwyking (*s)* telkens bepaal is.. Dit dui die mate waarin waardes van die gemiddelde afwyk aan en speel 'n rol in die berekeninge vir *t*-toetse. Dit mede-bepaal dus die statistiese beduidendheid van verskille tussen groepe.

3.10 ETIESE ASPEKTE

Toestemming om die nodige data uit die universiteit se databasis te onttrek en te gebruik, is van die Registrateur van die universiteit verkry. 'n Eed van

vertroulikheid is onderteken. Dit sluit onder meer in dat die naam van die universiteit nie in die navorsingsverslag genoem mag word nie. 'n Kopie van die verslag moet na voltooiing van die studie aan die Dekaan van Navorsing oorhandig word.

Toestemming is ook van die verkry om die punte vir Wiskunde in Graad 12 te gebruik. Die toestemmingsbrief word as bylae B aangeheg.

Aangesien die navorser met studente se punte werk, is dit belangrik om die hoogste etiese standaarde te handhaaf. Die navorser is daarvoor verantwoordelik om anonimiteit, privaatheid en vertroulikheid te waarborg aan die studente wat bestudeer word (Balnaves & Caputi, 2001:242). Volgens Leedy en Ormrod (2005:101) moet die volgende aspekte oorweeg word: die beskerming van proefpersone teen skade van enige aard, ingeligte toestemming van die proefpersone, die reg tot privaatheid, en eerlikheid teenoor kollegas. In die volgende paragrawe word aangedui hoe aan hierdie vereistes voldoen is.

Die data wat van die betrokke universiteit verkry is, is nie aan studente se name gekoppel nie. Daar is van studentenommers gebruik gemaak om die studente se progressie deur Wiskunde I en II te volg. Selfs hierdie identifikasie is egter verwyder nadat al die data ingesamel is. Ten slotte was dit, vir die doeleindes van hierdie studie, irrelevant met wie se punte gewerk is. Slegs die korrelasies tussen punte en algemene neigings is ondersoek. Daarom was dit moontlik om gebruik te maak van wat Balnaves en Caputi (2001:242) "*broadbanding*" noem, om sodoende die band tussen 'n identifiseerbare individu en die data te verbreek. Resultate word dus volkome anoniem gerapporteer. **Die uitslag van die studie sal géén effek hê op die spesifieke studente wat bestudeer is nie, maar dien slegs as basis om aanbevelings vir toekomstige studente te doen.**

Dit moet beklemtoon word dat die doel van hierdie studie nie is om voornemende studente enigsins van die universiteit uit te sluit nie. Dit gaan juis daaroor om diegene te identifiseer wat addisionele hulp benodig ten einde suksesvol te wees in 'n spesifieke kursus. Die studie kan dus net voordele

inhou vir toekomstige studente. Die universiteit kan in elk geval nie studente wat aan die minimum toelatingsvereistes voldoen, verplig om 'n oorbruggingskursus te volg nie. Daar kan slegs aanbeveling gemaak word.

Geen waarde-oordele is oor studente of groepe studente gevel nie. Die feite is slegs so akkuraat en objektief moontlik gerapporteer. Die navorser het erkenning verleen aan al die bronne wat gebruik is, en streng gewaak teen enige vorm van plagiaat (Leedy & Ormrod, 2005:100).

Toestemming is verkry van die studente wie se punte gebruik sou word. 'n Brief (Bylae C) is aan elke student wat in die steekproef val, gestuur. Die brief het verduidelik dat die student se punte vir Wiskunde in Graad 12 en dié vir Wiskunde I en II gebruik sou word asook wat die doel van die studie is. Verder is die student verseker dat weiering om aan die studie deel te neem nie teen hom/haar gehou sou word nie. Studente is genooi om aan te dui indien hulle nie wou hê dat hulle punte gebruik word nie. Dieselfde brief is ook per e-pos aan die betrokke studente gestuur.

Die verpligte etiese aansoekvorm van die Noordwes Universiteit is voltooi om magtiging te verkry om die studie te doen (*cf.* Bylaag D).

3.11 SAMEVATTING

Hierdie hoofstuk bespreek die doelwitte en navorsingsmetodologie, die hipoteses en veranderlikes, die prosedures en instrumente vir die insameling van data, die populasie en die steekproef, die ontleding en interpretasie van die data asook etiese aspekte van die navorsing. Vervolgens word die resultate bespreek.

HOOFSTUK 4

ONTLEDING EN INTERPRETASIE VAN DATA

4.1 INLEIDING

In hierdie hoofstuk word die verloop van die empiriese studie beskryf. Eers word aandag gegee aan die insameling en suiwering van data, daarna word die ontleding van die data beskryf, en laastens die interpretasie van die data wat ingesamel is.

4.2 VERKLARING VAN BEGRIPPE

- "***r***" verwys na die kovariansie van veranderlikes, dit is die mate waarin veranderings in die afhanklike veranderlike verklaar kan word deur veranderings in die onafhanklike veranderlike. "***r*²**" gee die persentasie verandering in die afhanklike veranderlike wat deur die onafhanklike veranderlike verklaar kan word. (Creswell, 2005:333).

- "**Spearman rho (r_s)**'' is die korrelasie-koëffisiënt wat gebruik word vir nie-liniêre data (Creswell, 2005:333).

  Korrelasies kan positief of negatief wees en neem waardes tussen -1 en +1 aan. Waardes tussen 0,20 en 0,35 dui op 'n geringe korrelasie, terwyl waardes tussen 0,35 en 0,65 as nuttig vir beperkte voorspelling beskou word. Waardes vanaf 0,65 tot 0,85 kan gebruik word vir sterk betroubare korrelasies en waardes hoër as 0,85 dui daarop dat die twee veranderlikes waarskynlik dieselfde onderliggende kenmerk meet (Creswell, 2005:333,334). Die resultate van soortgelyke studies in die literatuur is ook in ag geneem vir die bepaling van kritiese waardes van veranderlikes (Botha *et al*. 2008:3; Potgieter *et al*. 2008:12, *cf*. 1.2).

- "***t*-toetse**'' meet die statistiese verskil tussen gemiddeldes (Witmer, 2003:236).

- "***α***" is die voorafbepaalde vlak wat as beduidend beskou word, byvoorbeeld α = 0,05 of α = 0,01, wat respektiewelik 95% of 99% sekerheid bied (Leedy & Ormrod, 2010:274).

- "***p***" is die maatstaf vir die hoeveelheid getuienis teen die nul-hipotese. Dit dui die waarskynlikheid aan dat 'n resultaat toevallig kan voorkom terwyl die nul-hipotese in werklikheid geldig is (Creswell, 2005:596).

- "***s***" dui die standaardafwyking aan, dit wil sê die mate waarin waardes van die gemiddelde afwyk (Creswell, 2005:185).

- "**Cohen se *d***" meet die praktiese grootte van 'n verskil (Creswell, 2005:591). 'n *d*-waarde van 0,5 of groter word as statisties beduidend beskou (Creswell, 2005:194).

4.3 DATA-INSAMELING

'n Lys van studente wat in die eerste semester van 2009 vir Wiskunde I ingeskryf het by die betrokke universiteit waar die navorser 'n dosent is, is uit die universiteit se rekords verkry. Hierdie studente se punte vir Wiskunde in Graad 12 is direk uit die rekords van die verkry. Aan die einde van die eerste semester is hulle punte vir Wiskunde I uit die rekords van die betrokke universiteit verkry. Aan die begin van die volgende semester is die punte vir die hereksamens ook verkry, en die punte van studente wat slegs die hereksamen geskryf het, is ingevoeg. Studente wat die hereksamen afgelê het omdat hulle gedurende die eindeksamen 'n punt tussen 40 en 50% behaal het, se punte vir die hereksamen is gebruik indien dit beter was as die eindeksamen se punte. Studente wat gedruip het en die tweede semester Wiskunde I herhaal het, se punte gedurende die tweede semester is op dieselfde wyse ingesamel, maar aangedui as punte van herhalers. Ook punte wat tydens die hernasien van vraestelle verander het, is in ag geneem.

Dieselfde groep studente is verder gevolg indien hulle voortgegaan het met Wiskunde II. Indien hulle Wiskunde II gedurende die tweede semester van 2009 geneem het of indien hulle die semester oorgeslaan en Wiskunde II eers gedurende die eerste semester van 2010 geneem het, is die punte as die

eerste punt vir Wiskunde II aangeteken. Studente wat egter Wiskunde II gedurende die tweede semester van 2009 gedruip het, se punte is gedurende die volgende semester as ’n herhalerpunt aangeteken. Ook hierdie studente se punte vir die hereksamen is opgevolg. Die volledige stel data word in Bylae A verskaf.

4.4 SUIWERING VAN DATA

Die betrokke universiteit van tegnologie het aanvanklik ’n lys van ongeveer 600 studente verskaf wat in 2008 gematrikuleer het en vir Wiskunde I ingeskryf het gedurende die eerste semester van 2009. Dit het egter later geblyk dat ongeveer 200 van hierdie studente geregistreer het toe alle beskikbare Wiskunde-groepe reeds gevul was. Hierdie studente moes dus tot die tweede semester wag om Wiskunde I te doen. Hulle het dus buite die studie se populasie geval en hulle inligting is uit die data verwyder. ’n Verdere ongeveer 10 studente se inligting is ook verwyder aangesien die geen uitslae vir hulle op rekord as matrikulante van 2008 gehad het nie. Hulle het waarskynlik vroeër gematrikuleer of andersins by privaatskole. Verder was daar ongeveer 10 studente wat reeds voor die eerste toets uitgeval het. Aangesien die redes hiervoor nie bekend is nie, kon daar nie aangeneem word dat dit as gevolg van probleme met Wiskunde was nie. Hulle data is dus nie vir die navorsing gebruik nie. Enkele studente is verwyder omdat hulle data onvolledig was, en een student het geweier dat sy punte gebruik word. Ten slotte was daar een student wat ’n Wiskunde-punt van 30% vir Graad 12 gehad het, en hierdie uitskieter is uit die populasie verwyder. ’n Finale studiepopulasie van 376 studente was uiteindelik beskikbaar.

’n Groep studente het slegs Wiskunde I gedoen. Sommige kursusse vereis slegs Wiskunde I. Indien hulle Wiskunde I gedruip het, is hulle bygetel by die groep wat as “onsuksesvol” geklassifiseer is. Hulle sou in elk geval nie Wiskunde I en II in die minimum twee semesters kon voltooi nie. Dié wat geslaag het se data kon net gebruik word by die berekening van die korrelasie tussen die punte vir Graad 12 en dié vir Wiskunde I. Vir die verdere berekeninge, dit is die korrelasie tussen die punte vir Graad 12 en dié vir

Wiskunde II, en die korrelasie tussen Wiskunde I en II is dus die kleiner groep van 333 studente; wat Wiskunde I en II geneem het, gebruik.

4.5 ONTLEDING VAN DATA

In die bestudering van die hipoteses is telkens eers ’n spreidingsgrafiek geteken om die algemene verwantskap, indien enige, en die rigting van die verwantskap te ondersoek. Wanneer ’n positiewe reglynige of kurwevormige verwantskap gevind is, is die korrelasie-koëffisiënt vir die hele groep bepaal. Daarna is die groep in vlakke verdeel en die verwantskap vir elke vlak is ondersoek.

Hoë korrelasies, dit is relatief naby aan r = 1, dui daarop dat die Graad 12 Wiskunde-punte as ’n redelik betroubare voorspeller van prestasie in Wiskunde op tersiêre vlak gebruik kan word. Engelbrecht *et al.* (2009:297*)* rapporteer korrelasiesyfers tussen 0,20 en 0,40 vir korrelasies tussen prestasie op universiteit en prestasie in Graad 12 as betekenisvol. Verdere korrelasie-koëffisiënte tussen punte vir Wiskunde en die voorafgaande prestasie wat in die literatuurstudie gerapporteer is, wissel tussen 0,60 en 0,67 (Botha *et al.*, 2008:3: Potgieter *et* al. 2008:1, *cf.* 1.2, .4.3.5.3). Aangesien die steekproef relatief groot was (n = 376), is korrelasies bo 0,30 as betekenisvol beskou en korrelasies van 0,50 en meer is geïnterpreteer as sterk tot baie sterk (Creswell, 2005:333,334). Die t-waarde is ook telkens bereken om die statistiese beduidendheid van die korrelasie te bepaal.

Verder is daar met behulp van beskrywende statistiek na die besonderhede in die verwantskap tussen die punte vir Wiskunde in Graad 12 en dié in Wiskunde I en II gekyk. Hieruit is moontlike afsnypunte wat sukses behoort te waarborg geïdentifiseer deur die slaagsyfers vir verskillende vlakke van Wiskunde-punte in Gr.12 te ondersoek. Die voorspelling van sukses is belangriker beskou as die voorspelling van die verwagte punt wat ’n student in Wiskunde I of II sou behaal op grond van sy/haar Wiskunde-punt in Graad 12 (*cf.* die studie van McFate & Olmsted, 1999:565, *cf.* 1.2).

4.6 NUL− EN ALTERNATIEWE HIPOTESES I

4.6.1 Korrelasie tussen Wiskunde-punte in Graad 12 en dié in Wiskunde I

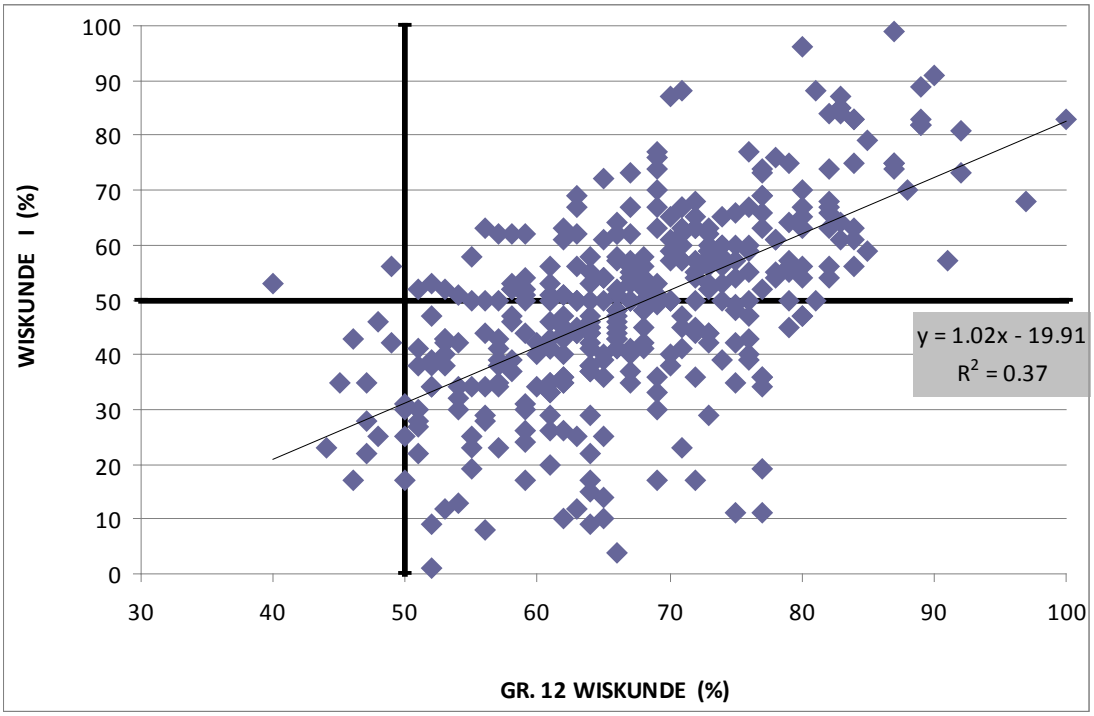
H_0^1: Daar is geen korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en Wiskunde I en II nie.

H_a^1: Daar is ’n sterk positiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en Wiskunde I en II.

Daar is ’n sterk negatiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en Wiskunde I en II .

Daar is ’n verband tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en Wiskunde I en II.

Eerstens is ’n spreidingsgrafiek geteken met die punte vir Wiskunde in Graad 12 as onafhanklike en die punte vir Wiskunde I as afhanklike veranderlike (*cf.* Figuur 4.1).



Figuur 4.1: Punte vir Wiskunde I teenoor punte vir Wiskunde in Graad 12 in persentasie

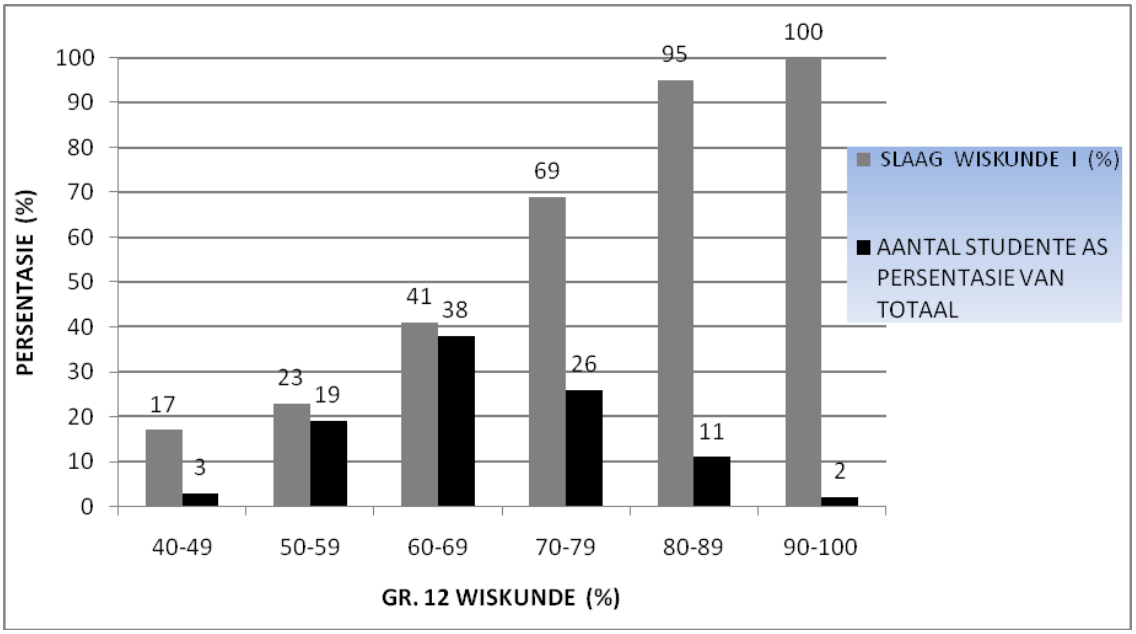
Die grafiek toon ’n duidelike positiewe reglynige verwantskap tussen die twee stelle punte. Vervolgens is die korrelasie-koëffisiënt, r = 0,61, bereken. Dit dui op ’n sterk positiewe korrelasie tussen die punte vir Wiskunde in Graad 12 en dié in Wiskunde I. Die korrelasie is statisties beduidend (p = 0,00), soos blyk uit die feit dat die t-waarde bereken is as t = 14,9. r^2 = 0,37, wat beteken dat ongeveer 37% van die variansie in die punte vir Wiskunde I verklaar kan word deur die variansie in die punte vir Wiskunde in Graad 12. Dit dui reeds daarop dat die Wiskunde-punte in Graad 12 as ’n redelik betroubare voorspeller van sukses in Wiskunde op tersiêre vlak gebruik kan word. Aangesien 63% van die variansie egter deur ander faktore verklaar moet word, moet tog versigtig met so ’n voorspelling omgegaan word.

Die vergelyking van die regressielyn, dit is die reguit lyn wat beste sal pas na aanleiding van die tendens wat die grafiek vertoon, is $y = 1{,}02x - 19{,}91$. Dit dui op die verband tussen die punt (y) vir Wiskunde I en die punt vir Wiskunde in Graad 12 (x). Daarvolgens het ’n student gemiddeld ’n punt van 68,5% in Graad 12 Wiskunde nodig om die slaagpunt van 50% in Wiskunde I te

waarborg. Uit Tabel 4.2 sal later blyk dat die slaagpersentasie in Wiskunde I van studente met ’n Wiskunde-punt in Graad 12 van minder as 60% slegs 20% is, terwyl dié van studente met ’n Wiskunde-punt in Graad 12 van tussen 60% en 80% skerp styg tot 52%. Aangesien daar egter wel studente is met ’n Wiskunde-punt van minder as 60% in Graad 12 wat Wiskunde I slaag, wil dit as onredelik voorkom om hierdie studente toelating tot die kursus te weier. Dit is veral die geval met kursusse wat slegs Wiskunde I vereis. Die korrelasie is egter sterk genoeg dat studente met ’n Wiskunde-punt in Graad 12 van minder as ongeveer 60%, sterk aangeraai kan word om ’n oorbruggingskursus of ’n verlengde studieprogram te volg. Hierdie afsnypunt van ongeveer 60% sal later duideliker blyk.

Die grafiek toon ook dat slegs twee studente (uit 12, dit is 17%) met ’n Wiskunde-punt van minder as 50% in Graad 12 (die een met 49%) Wiskunde I geslaag het. Dit sal later blyk dat nie een student met ’n Wiskunde-punt van minder as 50% in Graad 12 Wiskunde II geslaag het of die kursus selfs aangedurf het nie (*cf.* Figuur 4.4).

Beskrywende statistiek fokus duideliker op die moontlikheid van sukses vir ’n student as op die verwagte punt in Wiskunde I, soos voorspel deur die punte vir Wiskunde in Graad 12. Wanneer ’n histogram (*cf.* Figuur 4.2) geteken word, kan duidelik gesien word dat ’n Wiskunde-punt van minder as 60% in Graad 12 ’n baie skraal kans op sukses in Wiskunde I voorspel.



Figuur 4.2: Slaagpersentasie en persentasie studente in Wiskunde I vir verskillende vlakke van punte vir Wiskunde in Graad 12

Die grafiek in Figuur 4.2 toon die stygende slaagpersentasies in Wiskunde I vir verskillende puntevlakke vir Wiskunde in Graad 12. Die slaagsyfer vir die groep as geheel is 50%. Dit is verder opvallend dat studente met 'n Wiskunde-punt van meer as 80% in Graad 12 'n 100% slaagsyfer gehad het. Daar moet egter onthou word dat slegs 'n klein groepie studente in hierdie kategorie val.

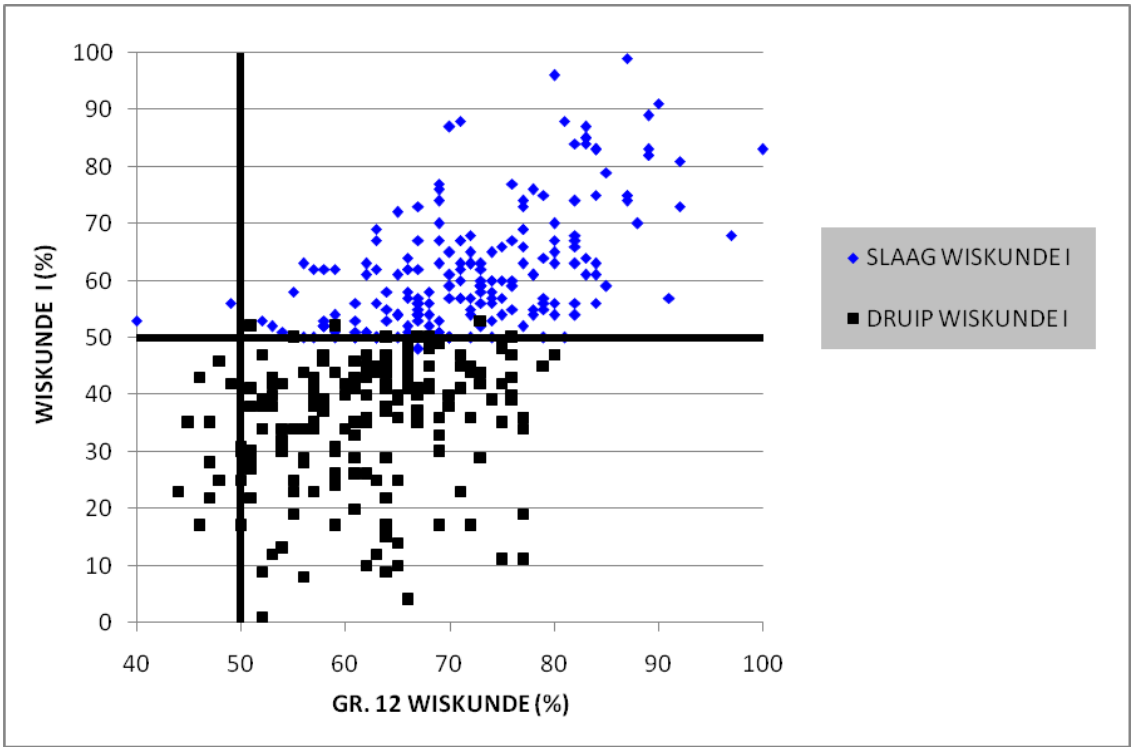
Tabel 4.1 som die vergelyking tussen studente wat Wiskunde I geslaag en dié wat dit gedruip het, op.

	SLAAG WISKUNDE I	**DRUIP WISKUNDE I**
Aantal studente (*n*)	190	186
Graad 12		
Minimumpunt	40%	44%
Maksimumpunt	100%	80%
Rekenkundige gemiddeld	72,0%	62,0%
Standaardafwyking (*s*)	9,6%	8,2%
Vergelyking	$t = 10,9,\ p = 0,00 < 0,05,\ d = 1,12$	

Tabel 4.1: Vergelyking van studente wat Wiskunde I geslaag het met dié wat Wiskunde I gedruip het

Die gemiddelde Wiskunde-punt in Graad 12 van studente wat Wiskunde I gedruip het, was 62%, terwyl dié van studente wat Wiskunde I geslaag het 72% was. Die standaardafwyking is gebruik in die berekening van die t-waarde. Die waarde van die *t*-toets is $t = 10,9$, $p = 0,00$, wat op 'n statisties beduidende verskil dui. Cohen se *d*-waarde is $d = 1,12$ wat 'n groot praktiese verskil aandui. Die voorspelbaarheid van studente se punte vir Wiskunde I op grond van hulle punte in Graad 12, soos Botha *et al.* (2008:3) ook gerapporteer het (*cf.* 2.4.3.5.3), word hier reeds gesien.

Figuur 4.3 stel die verband tussen die Wiskunde-punt in Graad 12 en die punt vir Wiskunde I van studente wat Wiskunde I geslaag het teenoor dié wat Wiskunde I gedruip het.



Figuur 4.3: Vergelyking van studente wat Wiskunde I geslaag het met dié wat Wiskunde I gedruip het[1]

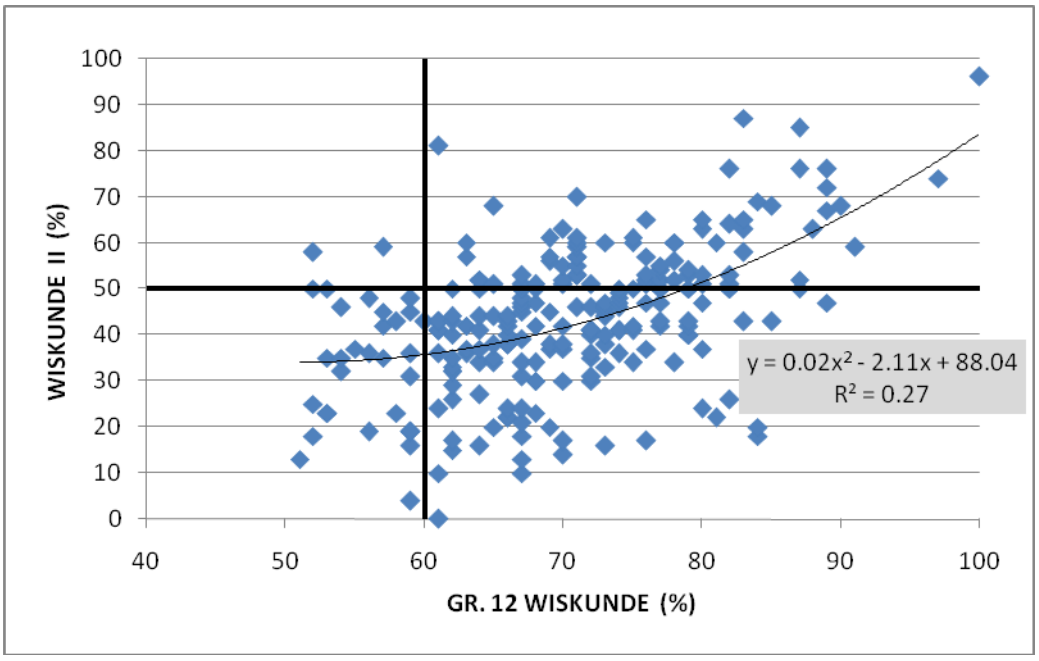
[1] Enkele studente het wel 'n punt van 50% of meer behaal, maar het nogtans gedruip omrede hulle nie die vereiste subminimum van 40% in die eksamen behaal het nie.

Die verskille tussen hierdie twee groepe se punte in Graad 12 is nie so opmerklik as wanneer die punte in Graad 12 van studente wat Wiskunde I én II suksesvol voltooi het, vergelyk word met dié wat nie suksesvol was nie (*cf.* Figuur 4.7). Figuur 4.3 illustreer dat selfs studente met relatief goeie punte van bo 70% in Graad 12 nie Wiskunde I kon slaag nie. 'n Verdere ondersoek na hierdie studente, deur byvoorbeeld onderhoude, sou moontlik die spesifieke individuele probleme kon uitlig. Dit val egter buite die bestek van hierdie studie.

Die nulhipotese (H_0^1) word verwerp ten opsigte van die korrelasie tussen die Wiskunde-punte in Graad 12 en dié in Wiskunde I, en die alternatiewe hipotese dat daar 'n sterk positiewe korrelasie (r = 0,61) tussen Wiskunde-prestasie in Graad 12 en prestasie in Wiskunde I is, word aanvaar.

4.6.2 Korrelasie tussen Wiskunde-punte in Graad 12 en dié in Wiskunde II

Figuur 4.4 is 'n spreidingsgrafiek van punte in Wiskunde II teenoor Wiskunde-punte in Graad 12.

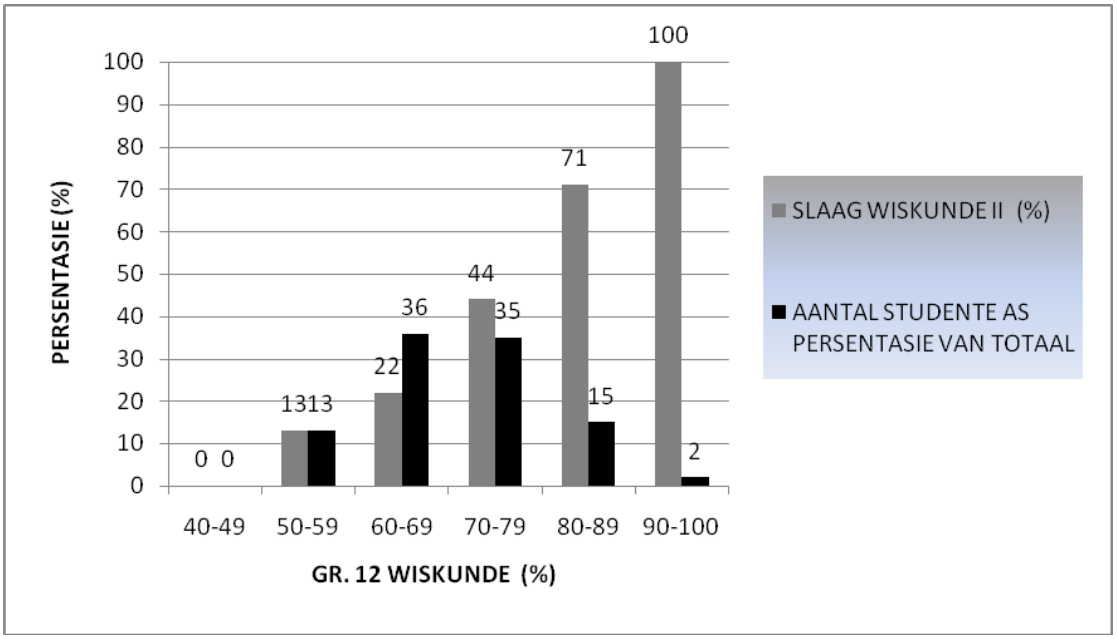


Figuur 4.4: Punt vir Wiskunde II teenoor Wiskunde-punt in Graad 12

Hierdie grafiek dui ook op ’n positiewe verband, maar nie reglynig nie. ’n Spearman rho-korrelasie-koëffisiënt van r_s = 0,52 is verkry, wat op ’n sterk positiewe korrelasie dui. In hierdie geval is die *t*-waarde *t* = 11,1, wat ook sterk statisties beduidend is (*p* = 0,00 < 0,05). Dit is natuurlik te verwagte dat hierdie korrelasie swakker sal wees as die een tussen Wiskunde in Graad 12 en Wiskunde I (*r* = 0,61). Die rede hiervoor is moontlik die tydsverloop tussen die twee metings wat geleentheid skep vir baie ander faktore (byvoorbeeld sosio-ekonomiese omstandighede of variasie in motivering) om ’n rol te speel. Dat hierdie faktore ’n rol speel, word op grond van die literatuurstudie veronderstel (*cf.* Kaplan, 1987:1, *cf.* 2.4.3.5.3). Nietemin kan ongeveer 27% van die variansie in die punt vir Wiskunde II deur die variansie in die punt vir Graad 12 verklaar word.

Die nulhipotese (H_0^1) word dus verwerp ten opsigte van die korrelasie tussen prestasie in Wiskunde in Graad 12 en prestasie in Wiskunde II. Die alternatiewe hipotese dat daar ’n sterk positiewe korrelasie (r_s = 0,52) tussen prestasie in Wiskunde in Graad 12 en prestasie in Wiskunde II is, word aanvaar.

’n Histogram (*cf.* Figuur 4.5) voorsien ’n duideliker voorstelling hiervan.

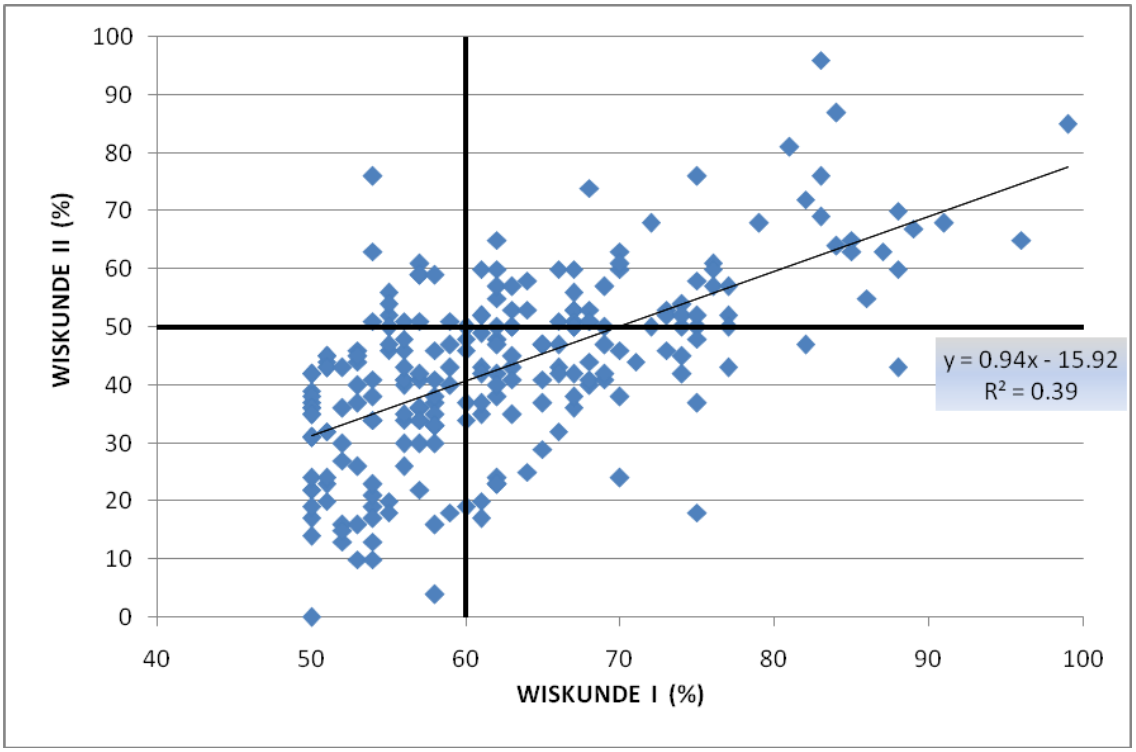


Figuur 4.5: Slaagpersentasie en persentasie studente in Wiskunde II vir verskillende puntevlakke vir Wiskunde in Graad 12

Die grafiek hierbo toon die stygende tendens in die slaagpersentasies vir Wiskunde II vir verskillende puntevlakke van Wiskunde in Graad 12. Dit illustreer dat wiskundige denke stapsgewys ontwikkel word, soos ook blyk uit die werk van veral Tall (2008b:7, *cf.* 2.4.3.5.2) en ook Ausubel *et al.* (1978:163, *cf.* 2.4.3.5.2). Die slaagpersentasie vir die groep in die geheel is slegs 37%. Let op dat geen student met 'n Wiskunde-punt van minder as 50% in Graad 12 (dit is die 40-49%-kategorie) Wiskunde II aangedurf het nie.

4.6.3 Korrelasie tussen punte in Wiskunde I en Wiskunde II

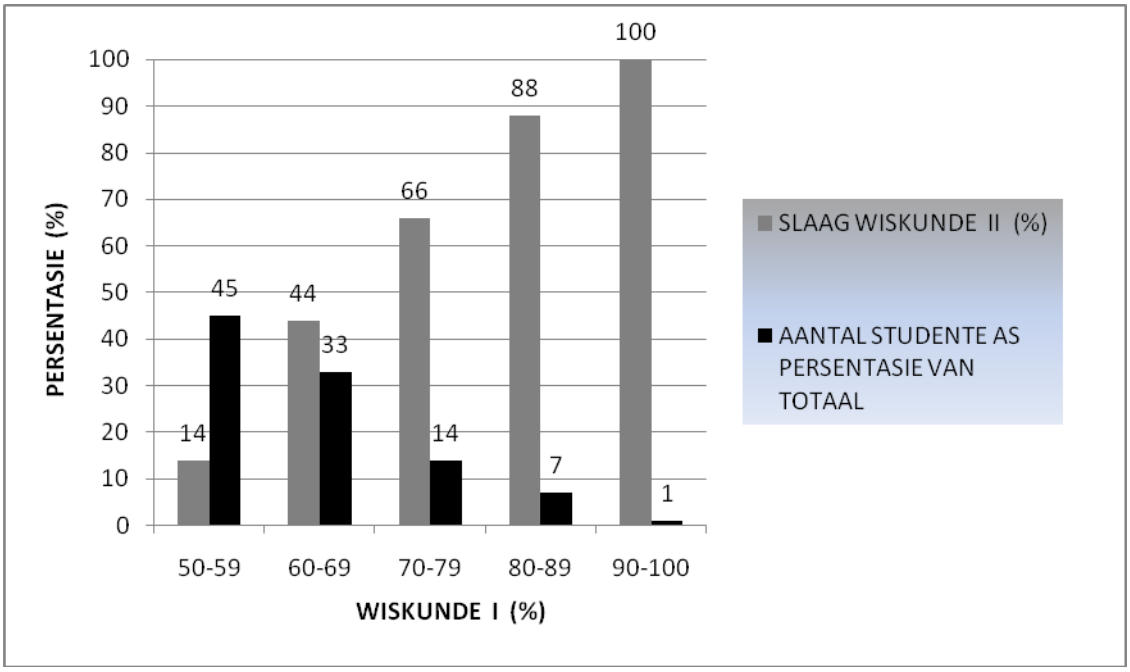
Ter wille van die vergelyking is die korrelasie tussen die punte in Wiskunde I en II ook bepaal. Die spreidingsgrafiek word in Figuur 4.6 hieronder weergegee.



Figuur 4.6: Korrelasie tussen punte vir Wiskunde II en Wiskunde I

Die korrelasie-koëffisiënt wat verkry is, is *r* = 0,62 en beslis statisties beduidend soos aangedui deur ’n *t*-waarde van 14,4, p = 0,00. Wat veral hier opval is dat die korrelasie tussen Wiskunde I en II se punte nie veel sterker is as die korrelasie tussen die Wiskunde-punte in Graad 12 en Wiskunde I (*r* = 0,61) nie. Die betrokke universiteit se eie punte in Wiskunde I is dus nie ’n beter voorspeller van sukses in Wiskunde gedurende ’n volgende kursus as wat die Wiskunde-punte in Graad 12 is nie. Verder illustreer die sterk korrelasie weereens die belangrike rol van voorkennis in Wiskunde-prestasie, soos ook deur Ausubel *et al.* (1978:168) se bevindinge geïllustreer word (*cf.* 2.4.3.5.1).

Figuur 4.7 illustreer die slaagsyfers in Wiskunde II vir verskillende puntevlakke in Wiskunde I asook die persentasie studente in elke kategorie.



Figuur 4.7: Slaagpersentasie en persentasie studente in Wiskunde II vir verskillende puntevlakke in Wiskunde I

Wanneer hierdie resultate vergelyk word met Figuur 4.2, waar die slaagsyfers vir Wiskunde I ten opsigte van verskillende puntevlakke vir Wiskunde in Graad 12 voorgestel word, val dit op dat slegs 22% van die studente minder as 60% vir Wiskunde in Graad 12 behaal het en hulle 'n gesamentlike slaagsyfer van 22% gehad het. Hierteenoor toon Figuur 4.7 dat 45% van die studente in Wiskunde II minder as 60% vir Wiskunde I behaal het, met 'n slaagsyfer van slegs 14%. Die artikulasie tussen Wiskunde in Graad 12 en Wiskunde I is dus nie veel swakker as dié tussen Wiskunde I en II nie. In die eerste geval kan 37% (*cf.* Figuur 4.1) en in die tweede geval 39% (*cf.* Figuur 4.6) van die variansie in die punte van die opvolgende kursus verklaar word deur variansie in die punte van die voorafgaande kursus. Meer as 60% van die variansie in die opvolgende kursus kan dus nie deur die variansie in die voorafgaande kursus verklaar word nie. Daar kan slegs gespekuleer word oor watter ander faktore 'n rol speel soos byvoorbeeld veranderinge in motivering, verhoudings, verblyf, ekonomiese omstandighede, metodes van klasgee, dosente en vriende.

4.7 NUL− EN ALTERNATIEWE HIPOTESES 2

H_0^2: Daar is geen korrelasie tussen Wiskunde-prestasie op enige vlak in die Graad 12-eksamen en prestasie in Wiskunde I nie.

H_a^2: Daar is ’n sterk positiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie op bepaalde vlakke in die Graad 12-eksamen en prestasie in Wiskunde I.

Daar is ’n sterk negatiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie op bepaalde vlakke in die Graad 12-eksamen en prestasie in Wiskunde I.

Daar is ’n verband tussen Wiskunde-prestasie op bepaalde vlakke in die Graad 12-eksamen en prestasie in Wiskunde I.

In Tabel 4.2 word die korrelasies tussen Wiskunde punte op verskillende vlakke in Graad 12 en Wiskunde I uiteengesit.

Graad 12 Wiskunde-punt (%)	Korrelasie-koëffisiënt (*r*)	Waarskynlikheid van sukses in Wiskunde I	*t*-waarde	*p*-waarde
40 – 59	0,21	20%	1,96	0,025
60 – 79	0,33	52%	5,43	0,000
80 – 100	0,34	96%	2,43	0,008
40 – 100	0,61	50%	14,9	0,000

Tabel 4.2: Korrelasies tussen Wiskunde-punte op verskillende vlakke in Graad 12 en die punte vir Wiskunde I

Die korrelasies is redelik sterk, behalwe vir die groep met ’n Wiskunde-punt vir Graad 12 van 40–59%. Die nulhipotese (H_0^2) kan dus nie gehandhaaf word nie. Die alternatiewe hipotese dat daar ’n verband tussen prestasie in Wiskunde op bepaalde vlakke in die Graad 12-eksamen en sukses in Wiskunde I is, word aanvaar.

Let ook op die sterk stygende tendens in die waarskynlikheid van sukses in Wiskunde I vir die verskillende vlakke van Wiskunde-punte in Graad 12.

4.8 NUL− EN ALTERNATIEWE HIPOTESES 3

H_0^3: Daar is geen korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in die Graad 12-eksamen en die tyd wat ’n student neem om Wiskunde I en II te voltooi nie.

H_a^3: Daar is ’n sterk positiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in die Graad 12-eksamen en die tyd wat ’n student neem om Wiskunde I en II te voltooi.

Daar is ’n sterk negatiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in die Graad 12-eksamen en die tyd wat ’n student neem om Wiskunde I en II te voltooi.

Daar is ’n verband tussen die Wiskunde-prestasie in die Graad 12-eksamen en die tyd wat ’n student neem om Wiskunde I en II te voltooi.

Studente is in verskillende kategorieë verdeel om die verband te bepaal tussen Wiskunde-punte vir Graad 12 en die tyd wat dit studente geneem het om Wiskunde I en II te voltooi. ’n Ontleding het tien moontlike kategorieë vir studente se uitslae opgelewer (*cf.* Tabel 4.3).

Kategorie (aantal studente)	Wiskunde I	Wiskunde I herhaal	Wiskunde II	Wiskunde II herhaal	Suksesvol/ onsuksesvol	Semesters	Graad 12 Wiskunde Gemiddeld	Standaard afwyking
1 (32)	Slaag				Nie Wiskunde II	1	68,8%	12,7
2 (66)	Slaag		Slaag		Suksesvol	2	77,7%	8,3
3 (45)	Slaag		Druip		Onsuksesvol	>2	67,5%	7,1
4 (37)	Slaag		Druip	Slaag	Onsuksesvol	3	72,2%	7,6
5 (11)	Slaag		Druip	Druip	Onsuksesvol	>3	67,7%	7,4
6 (33)	Druip				Onsuksesvol	>2	63,9%	7,0
7 (35)	Druip	Slaag			Nie Wiskunde II	>2	60,7%	8,3
8 (20)	Druip	Slaag	Slaag		Onsuksesvol	3	67,7%	8,9
9 (54)	Druip	Slaag	Druip		Onsuksesvol	>3	63,5%	6,8
10 (43)	Druip	Druip			Onsuksesvol	>2	57,8%	7,9

Tabel 4.3: Moontlike uitkomste vir studente

Studente wat Wiskunde I en II in die voorgeskrewe twee semesters voltooi het (kategorie 2, ongeag of hulle ’n semester oorgeslaan het of nie), was in die volle sin van die woord suksesvol. Alle ander studente, buiten dié wat slegs Wiskunde I geneem en die eerste keer geslaag het (kategorie 1), kan vir die doel van hierdie studie as onsuksesvol geklassifiseer word, aangesien hulle op geen wyse meer daarin sou kon slaag om Wiskunde I en II in twee semesters te voltooi nie. Dié wat na drie semesters wel daarin geslaag het om Wiskunde I en II te voltooi, is egter ook onderskei.

Die standaardafwyking is ook telkens bereken en is later gebruik om die beduidendheid van verskille in Graad 12-gemiddeldes te bepaal (*cf.* Tabel 4.4). Wat hier opvallend is, is dat die verspreiding van die Wiskunde-punte vir Graad 12 van studente wat slegs Wiskunde I gedoen, geslaag en toe gestaak het (kategorie 1), heelwat groter is (s = 12,7) as dié van al die ander kategorieë.

4.8.1 Ontleding van kategorieë

Vir die volgende ontleding is studente wat slegs Wiskunde I geneem en geslaag het (kategorie 1), buite rekening gelaat. Studente wat Wiskunde I die eerste keer gedruip het en daarna gestaak het (kategorie 6), kan as onsuksesvol beskou word aangesien hulle in elk geval nie meer Wiskunde I en II in die voorgeskrewe twee semesters sou kon voltooi nie. Dit geld ook vir kategorieë 7 en 10 (*cf.* Tabel 4.3).

Vir verskillende kategorieë is die gemiddelde punt vir Wiskunde in Graad 12 bereken (*cf.* Tabel 4.3). Wat veral opvallend is, is dat die gemiddelde Wiskunde-punt vir Graad 12 vir die studente wat heeltemal suksesvol was, dit wil sê dié wat Wiskunde I en II in die voorgeskrewe twee semesters voltooi het (kategorie 2) 77,7% was, terwyl die studente wat net Wiskunde I suksesvol voltooi het (in een semester, kategorie 1) en toe gestaak het, 'n gemiddeld van 68,8% gehad het. Die res van die studente, met ander woorde dié wat onsuksesvol was (alle kategorieë behalwe 1, 2, 4 en 8) het 'n gesamentlike gemiddeld van 63,0% gehad. Let op die daling in die gemiddelde punt wanneer die studente wat drie semesters geneem het om sukses te behaal en dié wat hulle kursus gestaak het, vergelyk word met dié wat suksesvol was.

In die volgende ontleding (*cf.* Tabel 4.4) is studente as volledig onsuksesvol beskou indien hulle selfs nie na afloop van drie semesters Wiskunde I en II kon slaag nie. Kategorieë 4 en 8 is dus buite rekening gelaat. Ook dié wat slegs Wiskunde I gedoen en in een semester geslaag het (kategorie 1), is buite rekening gelaat, maar vir interessantheid is hulle data ook in die tabel weergegee.

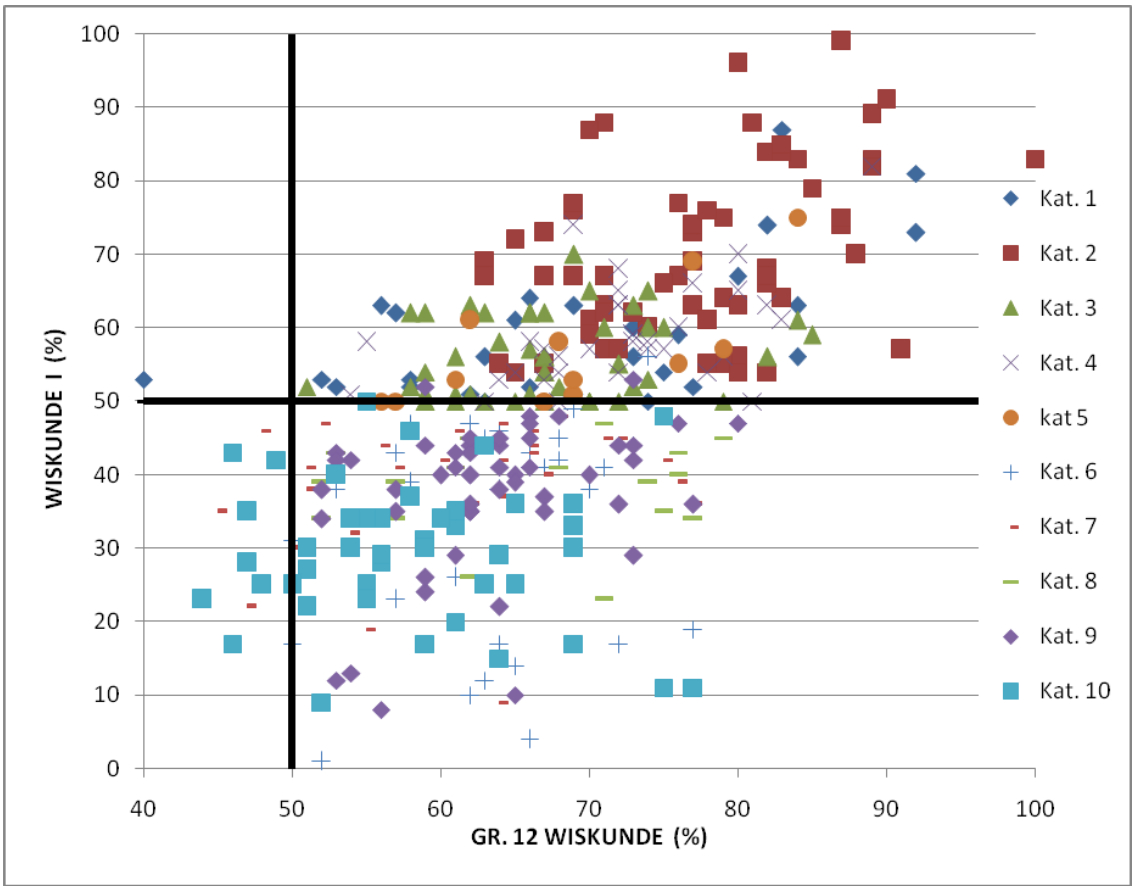
	SUKSESVOL (Kategorie 2)	**ONSUKSESVOL** (Kategorie 3, 5, 6, 7, 9, 10)	**SLEGS WISKUNDE I** (Kategorie 1)	**GEDEELTELIK SUKSESVOL** (Kategorie 4, 8)
Aantal studente	66	221	32	57
Graad 12				
Minimum punt	63%	44%	40%	52%
Maksimum punt	100%	85%	92%	89%
Rekenkundige gemiddeld	77,7%	63,0%	68,8%	70,6%
Standaard–afwyking	8,3%	8,1%	12,7%	8,3%
% studente onder 60%	0%	33,9%	25,0%	10,5%
% studente bo 80%	36,4%	1,4%	21,9%	8,8%
WISKUNDE I				
Rekenkundige gemiddeld	70,3%	40,1%	59,7%	52,8%
WISKUNDE II				
Rekenkundige gemiddeld	59,7%	33,3%	---	41,3
Vergelyking	t = 12,79 p = 0,00 d = 1,81			

Tabel 4.4: Studente wat suksesvol was vergelyk met studente wat onsuksesvol was asook studente wat slegs Wiskunde I gedoen en geslaag het en studente wat gedeeltelik suksesvol (3 semesters) was

Die waarde wat deur ’n *t*-toets verkry is, is t = 12,79, p = 0,00, wat op ’n statisties beduidende verskil in die Wiskunde-punte vir Graad 12 van suksesvolle en onsuksesvolle studente dui. Die waarde van Cohen se d = 1,81, wat op ’n groot praktiese verskil dui. Dit illustreer die feit dat vorige prestasie ’n betroubare voorspeller van die daaropvolgende sukses in Wiskunde is soos geblyk het uit ’n literatuurondersoek van onder meer, Ausubel en Robinson (1969:48), Thurston (1990:847) en Bernstein (1999:164) (*cf.* 2.4.3.5.1). Die nulhipotese (H_0^3) word dus verwerp en die

alternatiewe hipotese dat daar ‘n sterk positiewe korrelasie tussen Wiskunde-prestasie in die Gr. 12-eksamen en die tyd wat ‘n student neem om Wiskunde I en II te voltooi is, word aanvaar.

Figuur 4.8 gee ’n oorsigtelike beeld van die punteverspreiding vir studente in die verskillende kategorieë (*cf.* Tabel 4.3).

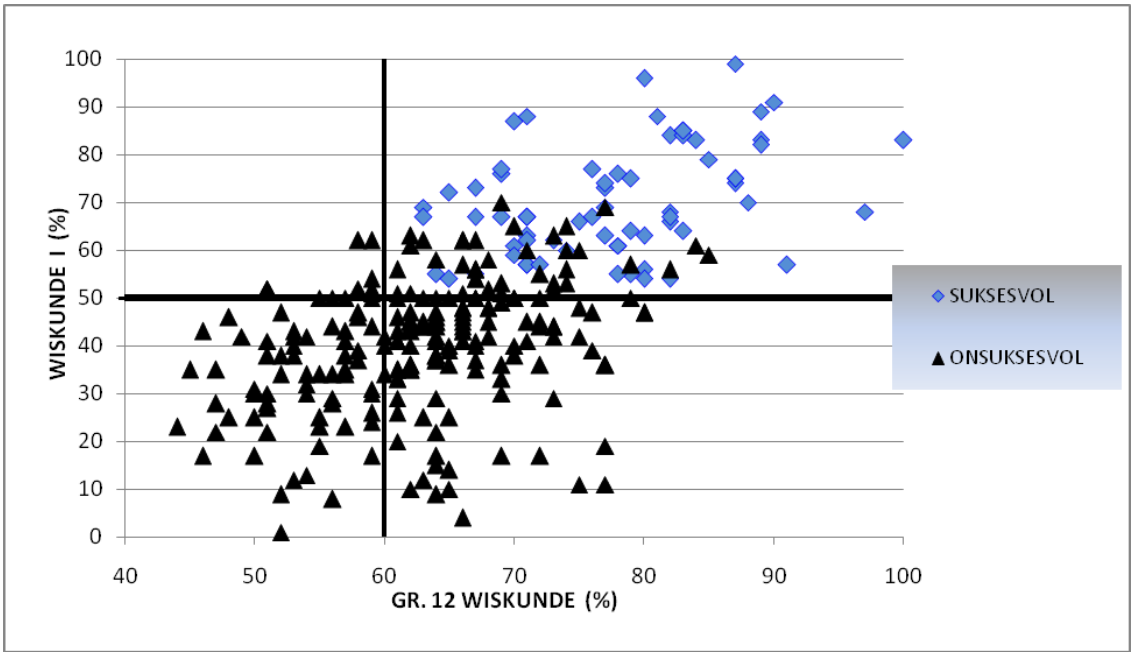


Figuur 4.8: Wiskunde-punte vir Wiskunde I en Graad 12 van studente in verskillende kategorieë

Enkele belangrike punte is hier opvallend. Wanneer die studente in kategorie 2 (dit is studente wat Wiskunde I en II suksesvol in twee semesters voltooi het) bestudeer word, kan daar opgemerk word dat geen student met ’n Wiskunde-punt onder 63% in Graad 12 in dié kategorie val nie. In kategorie 4, waar studente gedeeltelik suksesvol was deur Wiskunde I en II in drie semesters te voltooi (druip eers Wiskunde I), het slegs twee studente (uit 37, dit is 5%) ’n Wiskunde-punt onder 63% in Graad 12 behaal. In kategorie 8, waar studente ook gedeeltelik suksesvol was deur Wiskunde I en II in drie

semesters te voltooi (druip Wiskunde II een keer), het vier studente (uit 20, dit is 20%) 'n Wiskunde-punt onder 60% in Graad 12 behaal. In totaal was daar dus ses studente (10.5%) met 'n Wiskunde-punt onder 60% vir Graad 12 wat gedeeltelik suksesvol was. Vergelyk dit met kategorie 10, die studente wat Wiskunde I twee keer gedruip en daarna die kursus gestaak het. In hierdie kategorie het 62% van die studente 'n Wiskunde-punt onder 60% in Graad 12 gehad. Die gemiddelde Wiskunde-punt in Graad 12 vir hierdie laaste kategorie was 57,8% teenoor die 77,7% van die suksesvolle studente in kategorie 2, en 72,2% en 67,8% respektiewelik vir die gedeeltelik suksesvolle studente in kategorieë 4 en 8.

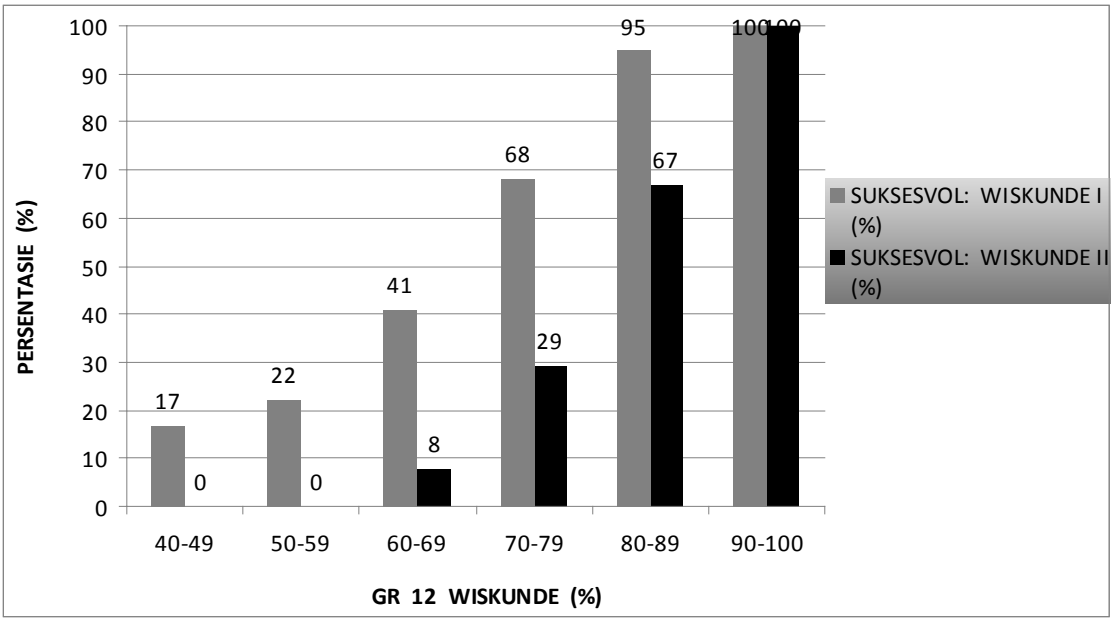
Wanneer slegs suksesvolle studente vergelyk word, dit wil sê dié wat Wiskunde I en II in die minimumtydperk van twee semesters voltooi het, met dié wat heeltemal onsuksesvol was (met ander woorde dié wat slegs Wiskunde I voltooi en geslaag het en dié wat ná drie semesters wel Wiskunde II voltooi het, is buite rekening gelaat), lyk die situasie soos wat in Figuur 4.9 voorgestel word.



Figuur 4.9: Studente wat suksesvol was (twee semesters) teenoor studente wat heeltemal onsuksesvol was

Hier kan duidelik gesien word hoe die lae punte in Graad 12 van die onsuksesvolle studente oor die algemeen met ’n lae punt in Wiskunde I korreleer. Die omgekeerde geld vir die suksesvolle studente. Daar is vanselfsprekend ook ’n area waar die twee groepe oorvleuel. Niemand met ’n Wiskunde-punt onder 63% in Graad 12 was egter suksesvol nie, terwyl niemand met ’n Wiskunde-punt bo 85% in Graad 12 onsuksesvol was nie. Op grond hiervan word in Paragraaf 4.6.1 ’n afsnypunt van ongeveer 60% vir die verwysing van studente vir addisionele hulp aangedui. Dit herinner aan Butterworth (1999:314-320) se beeld van Wiskunde wat soos ’n kaartehuis lyk (*cf.* 2.4.3.5.1).

Figuur 4.10 toon die persentasie studente wat op elke vlak volledig suksesvol was in Wiskunde I of Wiskunde II.



Figuur 4.10: Persentasie studente op elke vlak wat suksesvol was in Wiskunde I of II (let daarop dat 30% van die groep slegs Wiskunde I gedoen het)

Studente is slegs as suksesvol gereken as hulle ’n kursus met die eerste poging geslaag het. Dit is baie opmerklik dat ongeveer 30% van die groep nie Wiskunde II aangedurf het nie. Dit sluit alle studente in die 40-49%-kategorie in. Hier is die stygende tendens besonder treffend, en illustreer dit dat die

basis wat vir sukses in Wiskunde II nodig is heelwat meer omvangryk is as dié vir Wiskunde I. Dit bevestig Thurston (1990:845) se illustrasie van Wiskunde as ’n steierwerk waar die hoogte wat bereik kan word, begrens word deur die omvang en stewigheid van die fondament (*cf.* 2.4.3.5.1*).*

4.9 NUL− EN ALTERNATIEWE HIPOTESES 4

H_0^4: Daar is geen statisties beduidende verskil tussen die prestasie van studente wat direk aangaan met Wiskunde II na voltooiing van Wiskunde I en studente wat ’n semester oorslaan nie.

H_a^4: Daar is ’n sterk statisties beduidende verskil tussen die prestasie van studente wat direk aangaan met Wiskunde II na voltooiing van Wiskunde I en studente wat ’n semester oorslaan.

Daar is ’n matige statisties beduidende verskil tussen die prestasie van studente wat direk aangaan met Wiskunde II na voltooiing van Wiskunde I en studente wat ’n semester oorslaan.

Vir die vergelyking van punte vir Wiskunde II van studente wat direk na voltooiing van Wiskunde I met Wiskunde II voortgegaan het en dié wat ’n semester oorgeslaan het, is slegs die data gebruik van studente wat Wiskunde II gedoen het. Die studente is in twee groepe gerangskik (*cf.* Tabel 4.5). Studente wat in die tweede semester van 2009 vir Wiskunde II ingeskryf het asook studente wat dit eers in die eerste semester van 2010 gedoen het omdat hulle gedurende die tweede semester van 2009 Wiskunde I herhaal het, is in die groep geplaas wat nie ’n semester oorgeslaan het nie. Die ander studente (slegs 31) word beskou as studente wat ’n semester oorgeslaan het.

	Slaan nie oor nie	Slaan semester oor
Aantal studente	202	31
WISKUNDE II		
Rekenkundige gemiddeld	44,0%	42,6%
Standaardafwyking	15,2%	17,9%
Vergelyking	$t = 0,41$, $p = 0,34 > 0,05$, $d = 0,09$	

Tabel 4.5: Toetsing van Hipotese 4: punte vir Wiskunde II

Die t-waarde verkry, $t = 0,41$, $p = 0,34 > 0,05$, dui daarop dat die verskil tussen die twee groepe, dit is die mate waarin die prestasie van die groep wat nie ’n semester oorgeslaan het nie beter is as die ander groep se prestasie, statisties onbeduidend is. Ook die *d*-waarde ($d = 0,09$) dui op geen praktiese verskil tussen die groepe nie. Die nulhipotese (H_0^4) dat daar geen statisties beduidende verskil is tussen die prestasie van studente wat direk ná die suksesvolle voltooiing van Wiskunde I met Wiskunde II voortgaan, en dié wat ’n semester oorslaan nie, kan dus nie verwerp word nie. Die feit dat die een groep so klein was, het ook ’n negatiewe invloed op die geldigheid van die toets.

4.10 SAMEVATTING

Hierdie hoofstuk handel oor die empiriese studie. Die insameling en suiwering van die data is beskryf. Daarna is van inferensiële en ook beskrywende statistiek gebruik gemaak om die data te ontleed en te interpreteer. Vervolgens word die studie opgesom en gevolgtrekkings en aanbevelings word voorgelê.

HOOFSTUK 5

OPSOMMING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

5.1 INLEIDING

In hierdie hoofstuk word die bevindinge van die literatuurstudie en die empiriese studie opgesom. Daarna word gevolgtrekkings gemaak. Aanbevelings word op grond van hierdie gevolgtrekkings voorgelê. Laastens word aandag aan die beperkings van die studie geskenk, en voorstelle oor toekomstige navorsing gemaak.

5.2 OPSOMMING

5.2.1 Hoofstuk 1

In hoofstuk 1 is ’n oorsig geskep van die probleem rondom vroeë identifisering van studente wat addisionele hulp in Wiskunde nodig het, en daar is kortliks verduidelik hoe die ondersoek gedoen is (*cf*. 1.2 -1.4).

5.2.2 Hoofstuk 2

In hierdie hoofstuk is ’n literatuurstudie aangewend om lig te werp op die probleme met Wiskunde-onderrig en swak prestasie in die vak op veral die tersiêre vlak (*cf*. 2.4.1). Daar is gepoog om moontlike verklarings vir die verskynsel te vind (*cf*. 2.4.3). Die unieke aard van die vak wat die nodige voorkennis in die bemeestering daarvan noodsaak en wat dikwels geïgnoreer en/of onderskat word, is beklemtoon as die rede vir hierdie probleme (*cf*. 2.4.3.5). Suksesvolle pogings met remediëring op tersiêre vlak is ook bestudeer (*cf.* 2.4.4).

5.2.3 Hoofstuk 3

Hierdie hoofstuk bespreek die doelwitte en navorsingsmetodologie, die hipoteses en veranderlikes, die prosedures en instrumente vir die insameling van data, die populasie en steekproef (*cf.* 3.2 – 3.8*)*. Die ontleding en

interpretasie van die data asook die etiese aspekte van die navorsing geniet ook hier aandag (*cf.* 3.9, 3.10).

5.2.4 Hoofstuk 4

Hoofstuk 4 handel oor die empiriese studie. Die insameling en suiwering van die data is in hierdie hoofstuk beskryf (*cf.* 4.3, 4.4). Daarna is van inferensiële en ook beskrywende statistiek gebruik gemaak om die data te ontleed en te interpreteer (*cf.* 4.5 – 4.9).

5.3 BEVINDINGS OP GROND VAN DIE LITERATUURSTUDIE

- Wêreldwyd en ook in Suid-Afrika word probleme met Wiskunde op tersiêre vlak ondervind (Bray, 2007:34-36, *cf.* 2.4.1).

- In Suid-Afrika het Graad 8-leerders, van die vyftig lande wat in 2003 aan die TIMSS-studie deelgeneem het, die swakste presteer (Reddy, 2006:xi, *cf.* 2.4.2).

- Moontlike verklarings vir die probleme wat ondervind word, sluit in gebrekkige skakeling tussen die Wiskunde-kurrikulum op verskillende vlakke (Van Gastel & Brouwer, 2010:226, *cf.* 2.4.3.1), gebrekkig gekwalifiseerde onderwysers (Chisholm, 2005:213, *cf.* 2.4.3.2) asook die feit dat onvoldoende tyd op skool aan Wiskunde-onderrig bestee word (Howie, 2002:141, *cf.* 2.4.3.3).

- Alhoewel ongeveer 70% van die leerders in Suid-Afrika Wiskunde in ’n ander taal as hulle moedertaal bestudeer, is die rol hiervan in Wiskunde-prestasie nie duidelik uit die literatuur nie (Howie, 2002:209, 108-109, 232, 266; Eiselen *et al.*, 2007:38, *cf.* 2.4.3.4).

- Aangesien faktore soos taal- en sosio-ekonomiese probleme nie net in Wiskunde-onderrig ’n rol speel nie, wil dit voorkom asof die unieke aard van die vak die oorsaak is van die omvangryke probleme met Wiskunde en die vakke wat daarop bou (Howie, 2002:232, 266; Bernstein, 1999:164, *cf.* 2.4.3.4, 2.4.3.5.1).

- Uit die literatuurstudie word dit baie duidelik dat die kennisstruktuur van die vak Wiskunde die vereiste vlak van voorkennis absoluut noodsaaklik maak vir verdere tersiêre sukses in die vak (Gray & Tall, 1994:133; Thurston, 1990:845, *cf.* 2.4.3.5.1).

- Die brein verander fisies as gevolg van die wyse waarop dit gebruik word. Netwerke word gevorm en die verbinding tussen netwerke kan dramaties verkort word wanneer insig deurbreek. Deur herhaalde inoefening van vaardighede word die brein 'n meer effektiewe orgaan (Schilling, 2005:141, 150, *cf.* 2.4.3.5.1).

- Gray en Tall (2007:28) toon dat wiskundige denke deur drie vlakke ontwikkel, naamlik die konseptueel-konkrete, die proseptueel-simboliese en die formeel-aksiomatiese vlakke (*cf.* 2.4.3.5.2).

- Voorkennis is volgens Ausubel *et al.* (1978:168) die belangrikste faktor wat opvolgende leer bepaal (*cf.* 2.4.3.5.2).

- Konatiewe en affektiewe faktore speel 'n betekenisvolle rol in die ontwikkeling van denke (Kaplan, 1987:1, *cf.* 2.4.3.5.3).

- Leerders wat nie oor die nodige voorkennis beskik vir die probleme waarmee hulle in Wiskunde gekonfronteer word nie, kan onbeheerbare stres ervaar, wat dan tot mislukking lei (Vygotski, 1978:84-91, *cf.* 2.4.3.5.3).

- Wat remediëring op tersiêre vlak betref, word oorwegend sukses gerapporteer (Bernstein, 2002:5; Van der Flier *et al.,* 2003:406; Van Gastel & Brouwer, 2010:230). Du Preez *et al. (*2008:50-62) rapporteer egter dat remediëring net suksesvol is as dit gekombineer word met meer algemene studie-oriëntasie (*cf*. 2.4.4).

- 'n Vergelyking van die sillabus vir Wiskunde I met die kurrikulums vir Graad 10–12 toon duidelik dat studente wat vir Wiskunde by die universiteit inskryf, toegerus behoort te wees met die voorkennis wat vereis word (*cf.* 2.4.5).

- Op grond van die absolute noodsaaklikheid van die korrekte vlak van voorkennis vir sukses, kan gestel word dat studente moet begin op die vlak waar hulle op die oomblik is, ongeag hoe ver hulle in Wiskunde wil vorder.

- Alle faktore wat ’n rol speel in Wiskunde-prestasie beïnvloed leerders in ’n mindere of meerdere mate reg deur hulle skoolloopbaan. Dit lyk dus redelik om te aanvaar dat hierdie invloed reeds in hulle Wiskunde-punte vir Graad 12 weerspieël sal word. Op grond daarvan het die empiriese ondersoek gekonsentreer op die korrelasies tussen die Wiskunde-punte in Graad 12 en Wiskunde op tersiêre vlak (*cf.* 3.1).

5.4 BEVINDINGS OP GROND VAN DIE EMPIRIESE ONDERSOEK

- Daar bestaan ’n baie sterk korrelasie (r= 0,61) tussen die Wiskunde-punte vir Graad 12 en dié vir Wiskunde I. Hierdie korrelasie vergelyk goed met ’n korrelasie van r = 0,56 wat volgens Potgieter *et al.* (2008:12) gevind is tussen “*person measure*” en die prestasie in Chemie van eerstejaarstudente in ’n toets wat ontwikkel is om die gereedheid van studente vir studie in Chemie aan die Universiteite van Pretoria en Kaapstad te bepaal. Dit is baie interessant dat hulle soortgelyke en selfs hoër korrelasies gevind het tussen die Wiskunde-punte vir Graad 12 en prestasie in Chemie (0,487 en 0,716 respektiewelik vir die twee universiteite), (*cf*. 1.2).

- Ongeveer 37% van die variansie in Wiskunde I se punte kan verklaar word deur die variansie in Wiskunde–punte in Graad 12 (*cf*. 4.6.1). Dit vergelyk weereens goed met die 36,2% variansie wat Botha *et al.* (2008:3) gerapporteer het vir ’n voorspelling van die prestasie van eerstejaarstudente aan die Universiteit van Stellenbosch (*cf.* 2.4.3.5.3).

- Studente met ’n Wiskunde-punt van minder as 50% in Graad 12 het ’n minimale kans op sukses in Wiskunde op tersiêre vlak (*cf*. Figuur 4.2).

- Studente met ’n Wiskunde-punt van tussen 50% en 60% vir Graad 12 se kans op sukses in Wiskunde I is ongeveer 23% (*cf.* Figuur 4.2).

- Studente met ’n Wiskunde-punt bo 80% in Graad 12 het volgens hierdie studie ’n 100% kans op sukses in Wiskunde I (*cf.* Figuur 4.3).

- Hoe hoër die Wiskunde-punte in Graad 12, hoe groter is die kans op sukses in Wiskunde I en II (*cf*. Tabel 4.3).

- Hoe hoër die punte vir Wiskunde I, hoe groter is die kans op sukses in Wiskunde II (*cf*. Figuur 4.7).

- Daar bestaan ’n sterk korrelasie (r_s = 0,52) tussen die Wiskunde-punte in Graad 12 en dié in Wiskunde II (*cf*. 4.6.2).

- Ongeveer 27% van die variansie in die punte vir Wiskunde II kan verklaar word deur die variansie in Wiskunde-punte vir Graad 12 (*cf*. 4.6.2).

- Geen student met ’n Wiskunde-punt onder 50% vir Graad 12 het Wiskunde II aangedurf nie (*cf*. Figuur 4.5).

- Slegs ses studente met ’n Wiskunde-punt onder 63% vir Graad 12 (dit is 10,5% van studente in die kategorie) het daarin geslaag om Wiskunde II suksesvol te voltooi, en hulle het almal drie semesters geneem om dit te doen (*cf. 4.8.1)*.

- Nie een student met ’n Wiskunde-punt van minder as 63% in Graad 12 het daarin geslaag om Wiskunde I en II oor die minimum tydperk van twee semesters suksesvol te voltooi nie, maar alle studente met ’n Wiskunde-punt bo 85% in Graad 12 het wel daarin geslaag (*cf*. 4.8.1).

- Daar is korrelasies van matige sterkte (r > 0,30) tussen die punte vir Wiskunde I en dié vir Graad 12 op verskillende vlakke, behalwe vir die vlak tussen 40% en 59%, waar die korrelasie swak is (r = 0,21), (*cf*. Tabel 4.2).

- Die korrelasie tussen die punte vir Wiskunde I en II (r = 0,62) is byna net so sterk as die korrelasie tussen die Wiskunde-punte vir Graad 12 en dié vir Wiskunde I (r = 0,61), (*cf*. Figuur 4.6) .

- Studente met ’n punt onder 60% in Wiskunde I het ’n kans van slegs 14% op sukses in Wiskunde II. Die situasie word vererger deur die feit dat 45% van die totale aantal studente in hierdie kategorie val (*cf*. Figuur 4.7).

- Daar is ’n statisties beduidende verskil tussen die Wiskunde-punte vir Graad 12 van studente wat suksesvol was en dié wat nie suksesvol was nie ($\alpha = 0,01$), (*cf*. Tabel 4.4).

- Daar is geen beduidende verskil tussen die prestasie in Wiskunde II van studente wat ’n semester oorgeslaan het tussen Wiskunde I en II, en diegene wat nie ’n semester oorgeslaan het nie ($\alpha = 0,01$), (*cf*. Tabel 4.5).

5.5 BEREIKING VAN DOELWITTE

In Paragraaf 1.2 is ’n aantal navorsingsvrae geformuleer. Die doel van hierdie studie was om die navorsingsvrae te beantwoord. Die doelwitte is bereik deur middel van ’n literatuur- en empiriese studie. Die bereiking van hierdie doelwitte word vervolgens bespreek:

5.5.1 Doelwit 1

Watter faktore kan moontlik die probleemsituasie met Wiskunde op skool verklaar?.

Faktore wat moontlik die probleemsituasie met Wiskunde op skool kan verklaar is deur die literatuurstudie geïdentifiseer is. Faktore wat ‘n rol speel is probleme met die artikulasie van die kurrikulum tussen verskillende fases, gebrekkig gekwalifiseerde onderwysers, te min ure effektiewe onderrig en die taalprobleme van leerders (*cf*. 2.4.3.1 − 2.4.3.4). Aangesien hierdie faktore ook in meeste ander vakke tot ‘n mindere of meerdere mate ‘n rol speel, maar juis Wiskunde besonder problematies is, is die unieke aard van Wiskunde egter uitgesonder vir verdere studie (*cf*. 2.4.3.5). Die kennistruktuur van die vak Wiskunde maak toepaslike voorkennis ‘n absolute vereiste vir sukses (*cf*. 2.4.3.5.1). Verder is bevind dat die ontwikkeling van wiskundige denke ‘n proses is wat die stapsgewyse ontwikkeling van aangebore vermoëns en ook sekere konatiewe en affektiewe vaardighede vereis (*cf*. 2.4.3.5.2, 2.4.3.5.3).

5.5.2 Doelwit 2

In watter mate is die Wiskunde-punte vir Graad 12 ’n betroubare voorspeller van sukses in Wiskunde I en II by ’n universiteit van tegnologie?

Die sterk korrelasies tussen die Wiskunde-punte in Graad 12 en dié vir Wiskunde op tersiêre vlak, veral vir Wiskunde I, dui daarop dat die punte in Graad 12 beslis gebruik kan word as ’n betroubare voorspeller van sukses of mislukking in Wiskunde I en II aan ’n universiteit van tegnologie. Verder wil dit voorkom asof die toelatingsvereistes vir kursusse wat slegs Wiskunde I vereis laer kan wees as dié vir kursusse wat Wiskunde I én II vereis. Thurston (1990:845) se illustrasie van wiskundige kennis wat soos steierwerk opgebou word, word duidelik hierdeur geïllustreer (*cf.* 2.4.3.5.1): Hoe hoër die gebou, hoe stewiger moet die fondament wees

5.5.3 Doelwit 3

Hoe nodig is ’n toelatingseksamen vir die kanalisering van studente wat addisionele hulp benodig?

Alhoewel dit baie waarskynlik is dat ’n toelatingseksamen of ’n vorm van hertoetsing soos die NBT sukses op tersiêre vlak meer akkuraat sou kon voorspel as die Wiskunde-punte vir Graad 12 (Botha *et al*., 2008:3), wil dit voorkom asof hierdie moeilike proses nie noodsaaklik is vir die kanalisering van studente vir addisionele hulp nie. Die voor die hand liggende opsie is om studente op grond van die reeds beskikbare punte vir Wiskunde in Graad 12 te verwys vir addisionele hulp (Bernstein, 2002:5; Van der Flier *et al.,* 2003:408; Du Preez *et al.,* 2008:62; Van Gastel & Brouwer, 2010:231, *cf.* 2.4.4).

5.5.4 Doelwit 4

Hoe betroubaar kan studente op grond van hulle Wiskunde-punte in Graad 12 verdeel word in twee groepe, naamlik diegene wat ’n redelike kans op sukses het, en dié wat nie ’n redelike kans op sukses het nie?

Ontleding van die data toon duidelik dat studente redelik betroubaar op grond van hulle Wiskunde-punte in Graad 12 verdeel kan word in sodanige twee groepe. Alhoewel 'n Wiskunde-punt van meer as 60% in Graad 12 nie sukses in Wiskunde op tersiêre vlak waarborg nie, voorspel 'n punt van minder as 60% feitlik versekerde mislukking (*cf.* 4.8.1). Dit illustreer die gedagte dat leerders een vlak van kennis eers voldoende moet bemeester voordat daar suksesvol na die volgende vlak beweeg kan word (Eisner, 2000:5, *cf.* 2.4.3.5.2). Dit skyn dus of die effek van al die faktore wat Wiskunde-prestasie beïnvloed voldoende in die Wiskunde-punt vir Graad 12 weerspieël word om hierdie punt te gebruik as 'n voldoende en akkurate voorspeller van sukses of mislukking in Wiskunde op tersiêre vlak (*cf.* 3.1, 5.3*).*

5.5.5 Doelwit 5

Hoe beduidend is die verskil tussen die prestasie van studente in Wiskunde II wat die kursus direk na voltooiing van Wiskunde I aanpak, en dié wat eers 'n semester oorslaan (met die gevolglike verlies aan voorkennis)?

Die verskil tussen prestasie in Wiskunde II van studente wat 'n semester oorslaan tussen Wiskunde I en II en dié wat nie 'n semester oorslaan nie, is nie statisties beduidend nie. By die vergelyking van die twee groepe is 'n *t*-waarde van slegs 0,41 naamlik verkry (*cf*. Tabel 4.5).

5.5.6 Doelwit 6

In watter mate word die bepalende invloed van voorkennis op toekomstige sukses geïllustreer deur 'n vergelyking van die inhoud van die Wiskunde I-sillabus by 'n betrokke universiteit van tegnologie met dié van die skoolkurrikulum vir Wiskunde?

'n Vergelyking van die skoolkurrikulum met die sillabus vir Wiskunde I by 'n betrokke universiteit van tegnologie illustreer baie duidelik hoe die Verdere Onderwys en Opleidingsfase die grondslag lê vir tersiêre studie in Wiskunde. Dit verskaf die nodige voorkennis vir die onderrig van Wiskunde op tersiêre vlak (*cf.* 2.4.5). 'n Leerder wat nie hierdie voorkennis genoegsaam bemeester het nie, soos weerspieël deur 'n Wiskunde-punt in Graad 12 van minder as

60%, het sonder addisionele hulp feitlik geen kans op sukses in Wiskunde op tersiêre vlak nie.

5.6 AANBEVELINGS

Aangesien studente met ’n Wiskunde-punt onder 50% in Graad 12 geen kans op sukses in Wiskunde I het nie, behoort die universiteit die bestaande toelatingsvereiste van 50% streng toe te pas. Niemand nie – allermins die studente self – word bevoordeel wanneer hierdie studente tot ’n universiteitskursus waar Wiskunde ’n vereiste is toegelaat word.

Studente met ’n Wiskunde-punt onder 60% in Graad 12 het geen redelike kans op sukses in Wiskunde I en II nie. Die universiteit behoort die moontlikheid te ondersoek om sulke studente na die een of ander vorm van addisionele hulp te kanaliseer. Op grond van die literatuurstudie kan gestel word dat sodanige hulp ’n opgradering van hulle voorkennis vir Wiskunde asook algemene studiehulp moet insluit (Du Preez *et al.,* 2008:50-62*, cf.* 2.4.4).

Onderskeid behoort gemaak te word tussen studente wat kursusse neem wat slegs Wiskunde I vereis en dié wat Wiskunde I en II vereis, aangesien die empiriese studie getoon het dat Wiskunde II ’n hoër vlak van voorkennis vereis as Wiskunde I (*cf*. 4.8.1, Figuur 4.10).

Dit is nie die bedoeling dat studente wat nie oor die vereiste voorkennis beskik toelating geweier moet word nie, maar eerder dat hulle effektief gehelp moet word. Indien hierdie studente bloot sonder enige addisionele hulp tot gewone kursusse toegelaat word, word die studente se probleme asook die land se tekort aan tegnologies gekwalifiseerde persone nie aangespreek nie (Mji & Makgato, 2006:264; Engelbrecht *et al.,* 2009:291; Rademeyer, 2009:394, *cf.* 1.1).

Om die skoolstelsel te blameer, los nie die probleem op nie, ongeag of die kritiek geldig is of nie. In die eerste plek dra die skole nie die blaam as die universiteite nie hulle toelatingsvereistes handhaaf nie. Die skoolstelsel berei nie alleenlik leerders voor vir tersiêre studie nie, maar akkommodeer sover

moontlik alle leerders. Die onus rus met ander woorde op universiteite om slegs toepaslike leerders vir verdere studie toe te laat. Waar nodig sal universiteite hulle toelatingsvereistes moet aanpas, maar hulle sal ook sover moontlik maatreëls in plek moet stel om die gaping tussen die vereiste en die werklike voorkennis van studente in Wiskunde te oorbrug. Universiteite moet verder ook kennis neem van veranderings in die skoolsillabus, aangesien dit studente se voorkennis bepaal.

Een aanbeveling wat ten opsigte van die skoolstelsel gemaak kan word is dat slaagvereistes vir Wiskunde verhoog behoort te word ten einde te verseker dat leerders die nodige vlak van voorkennis bereik voordat hulle na ‘n volgende graad beweeg. So ‘n verandering sal egter van onder af ingevoer moet word, dit wil sê van Graad I af. So kan daar geleidelik nader aan die ideaal van bemeesteringsleer beweeg word (Eisner, 2000:5, *cf*. 2.4.3.5.2).

In die lig van moontlike fluktuasies in die betroubaarheid van die Wiskunde-punt vir Graad 12 gedurende die oorgangsfase wat ons tans in sekondêre onderwys beleef, behoort universiteite voortdurend hulle toelatingsvereistes in heroorweging te neem (Potgieter & Davidowitz, 2010:81).

Hertoetsing van voornemende studente mag nuttig wees, maar dit behoort sekerlik nie as die eerste prioriteit beskou te word nie. As die duidelike voorspelling van mislukking deur die Wiskunde-punt in Graad 12 nie verreken word nie, sal hertoetsing ’n vermorsing van tyd en geld wees.

5.7 BEPERKINGS

Die veralgemeningswaarde van hierdie studie is beperk aangesien die steekproef nie ewekansig gekies is nie. Alle studente wat binne die grense val wat vir die studie gestel is, is egter by die steekproef ingesluit, en daar kan dus versigtig veralgemeen word. Verder kan op grond van die literatuurstudie (Carmody *et al.*, 2006:24; Louw, 2009:367) aanvaar word dat soortgelyke toestande by ander Suid-Afrikaanse universiteite voorkom (*cf.* 1.1).

Die data wat in hierdie studie verkry is, ondersteun slegs die bewering dat voorkennis ’n bepalende rol in opvolgende sukses in Wiskunde speel. Vir die

rol wat ander faktore speel, sal meer data oor byvoorbeeld persoonlikheidstipe, motivering, kulturele en sosio-ekonomiese agtergrond asook die student se vermoë om selfstandig te studeer, verkry moet word. So ’n ondersoek val egter buite die bestek van hierdie studie.

Verder was die doel van die ondersoek juis om vas te stel of die invloed van bogenoemde faktore nie reeds voldoende in die Wiskunde-punt vir Graad 12 weerspieël word nie. Indien wel, is hierdie punt ’n genoegsaam akkurate voorspeller van sukses of mislukking sodat studente op grond daarvan vir addisionele hulp verwys kan word. Ofskoon bevind is dat mislukking baie akkuraat voorspel kan word vir studente wat ’n Wiskunde-punt van minder as 60% in Graad 12 behaal het, kan sukses nie ewe akkuraat voorspel word vir diegene wat ’n punt bo 60% behaal het nie.

5.8 TOEKOMSTIGE STUDIES

Die bevindings van hierdie studie kan getoets word deur die korrelasiestudie vir enkele jare te herhaal. Herhaling sal veral nuttig wees aangesien die steekproef geneem is uit die eerste groep leerders wat Graad 12 volgens die NKV voltooi het. Dit blyk redelik om te verwag dat leerders se punte ’n getrouer weergawe van hulle werklike vermoëns sal begin gee namate probleme met die invoer van die nuwe kurrikulums uitgestryk word (Potgieter & Davidowitz, 2010:81).

Die studie kan na ander universiteite van tegnologie en selfs na tradisionele universiteite in Suid-Afrika uitgebrei word.

Aangesien die betrokke universiteit wat in hierdie studie die fokus geniet het, begin het met die invoer van NBT-toetse, kan ’n verdere komponent bygevoeg word: Studente wat die NBT-toetse afgelê het se Wiskunde-punte vir hierdie toetse, asook hulle punte vir Wiskunde in Graad 12 kan met hulle punte vir Wiskunde I en II gekorreleer word.

Die studie sou ook verryk kon word deur onderhoude met studente te voer wat as uitskieters beskou kan word. So sou dit baie insiggewend wees om te bepaal watter faktore daartoe bygedra het dat ’n enkele student met ’n

Wiskunde-punt van 40% in Graad 12 wel daarin geslaag het om Wiskunde I te slaag. Indien dit sou blyk dat hierdie student een of ander vorm van addisionele hulp ontvang het, sal dit die saak vir hulpmiddels soos ’n oorbruggingskursus versterk. Dieselfde geld vir die ses studente wat daarin geslaag het om Wiskunde I en II in drie semesters te voltooi al was hulle Wiskunde-punte vir Graad 12 tussen 50% en 60%.

5.9 SAMEVATTING

Hierdie studie het oortuigend getoon dat die reeds beskikbare Wiskunde-punte vir Graad 12 ’n betroubare voorspeller van sukses of mislukking in Wiskunde aan ’n betrokke universiteit is. Studente wat op grond hiervan geen redelike kans op sukses in ’n normale program het nie, kan dus vir addisionele hulp verwys word. In hierdie hoofstuk is die bevindings opgesom en gevolgtrekkings en aanbevelings is gemaak. Die beperkings van die studie en voorstelle vir toekomstige navorsing is ook bespreek.

BIBLIOGRAFIE

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. & HANESIAN, H. 1978. Educational psychology. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart & Winston. 733 p.

AUSUBEL, D.P. & ROBINSON, F.G. 1969. School learning. New York: Holt, Rinehart & Winston. 691 p.

BALNAVES, M. & CAPUTI, P. 2001. Introduction to quantitative research methods. London: Sage. 257 p.

BARNES, H. 2005. The theory of realistic mathematics education as a theoretical framework for teaching low attainers in mathematics. *Pythagoras,* 61:42-47, June.

BERNSTEIN, B. 1999. Vertical and horizontal discourse: an essay. *British journal of sociology of education*, 20(2):157-173.

BERNSTEIN, N. 2002. An engineering bridging course: success or failure? (Proceedings of the 2nd International Conference on the Teaching of Mathematics. Hersonissos, Crete, Greece.)

BETH, E.W. & PIAGET, J. 1966. Mathematical epistomology and psychology. Uit die Frans vertaal deur W. Mays. Dordrecht: Reidel. 326 p.

BLOOM, B.S. 1968. Learning for mastery. *Evaluation comment*, 1(2):1-12, May.

BOTHA, A.E., McCRINDLE, C.M.E. & OWEN, J.H. 2003. Mathematics at matriculation level as an indicator of success or failure in the 1st year of the Veterinary Nursing Diploma at the Faculty of Veterinary Science, University of Pretoria. *Tydskrif Suid-Afrikaanse Veterinêre Vereeniging*, 74(4):132-134.

BOTHA, L., DU PLESSIS, A., KISTNER, L. & NEL, C. 2008. Access tests at Stellenbosch University and the new National Senior Certificate. Stellenbosch: Stellenbosch University. 4 p.

BRAY, M. 2007. The shadow education system: private tutoring and its implications for planners. 2nd ed. Paris: UNESCO. 101 p. http://unesdoc.unesco. org/images/0011/001184/118486e.pdf. Datum van gebruik: 17 Desember 2009.

BRUNER, J.S. 1966. Towards a theory of instruction. New York: Norton. 176 p.

BURRELL, G. & MORGAN, G. 1979. Sociological paradigms and organizational analysis. London: Heinemann. 4 p.

BUTTERWORTH, B. 1999. The mathematical brain. London: MacMillan. 446 p.

CARMODY, G., GODFREY, S. & WOOD, L. 2006. Diagnostic tests in a first year mathematics subject. (*In* UniServe Science Assessment Symposium Proceedings: 2005. p. 24-30.)

CHISHOLM, l. 2005. The state of South Africa's schools. (*In* Daniel, J., Southall, R. & Lutchman, J., *eds*. State of the nation South Africa, 2004-2005. Cape Town: HSRC Press. p. 201-226.)

COHEN, L., MANION, L. & MORRISON, K. 2007. Research methods in education. 6th ed. New York: Routledge. 638 p.

CRESWELL, J.W. 2005. Educational research. 2nd. ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. 623 p.

CROWLEY, L. & TALL, D. 2006. Two students: why does one succeed and the other fail? (Retirement as process and concept: A festchrift for Eddie Gray and David Tall. Prague. p. 57-65.)

DEPARTMENT of Education ***kyk*** SOUTH AFRICA. Department of Education

DIENES, Z.P. 1971. Building up mathematics. 4th. ed. Essex: Anchor Press. 205 p.

DONALD, D., LAZARUS, S. & LOLWANA, P. 2006. Educational Psychology in social context. 3rd ed. Cape Town: Oxford University Press. 354 p.

DOWLING, P. 1998. The sociology of mathematics education: mathematical myths / pedagogic texts. London: Falmer Press. 335 p.

DU PRÉ, R. 2009. The place and role of Universities of Technology in South Africa. Durban: Durban University of Technology. 95 p.

DU PREEZ, J., STEYN, T. & OWEN, R. 2008. Mathematical preparedness for tertiary mathematics: a need for focused intervention in the first year? *Perspectives in education*, 26(1):49-62.

EISELEN, R., STRAUSS, J. & JONCK, B. 2007. A basic mathematical skills test as predictor of performance at tertiary level. *South African journal of higher education*, 21(1):38-49.

EISNER, E.W. 2000. Benjamin Bloom. *Prospects: the quarterly review of comparative education,* 30(3):1-7.

ENGELBRECHT, J., HARDING, A. & PHIRI, P. 2009. Is studente wat in 'n uitkomsgerigte onderrigbenadering opgelei is, gereed vir universiteitswiskunde? *Suid-Afrikaanse tydskrif vir natuurwetenskap en tegnologie*, 28(4):288-302, Desember.

ENSOR, P. & GALANT, J. 2005. Knowledge and pedagogy: sociological research in mathematics education in South Africa. (*In* Vithal, R., Adler, J. & Keitel, C., *eds*. Researching mathematics education in South Africa. Cape Town: HSRC Press. p. 281-306.)

FISCHBEIN, E. 1987. Intuition in science and mathematics. Dordrecht: Reidel. 225 p.

GRAY, E.M. & TALL, D. 1994. Duality, ambiguity and flexibility: a proceptual view of simple arithmetic. *Journal for research in mathematics education*, 26(2):115-141.

GRAY, E. & TALL, D.O. 2007. Abstraction as a natural process of mental compression. *Mathematics education research journal,* 19(2):23-40.

HATTIE, J. 1992. Measuring the effects of schooling. *Australian journal of education*, 36(1):5-13.

HESA ***kyk*** HIGHER EDUCATION SOUTH AFRICA

HIGHER EDUCATION SOUTH AFRICA. 2009. National benchmark tests project: progress report, June. Pretoria: HESA. 10 p.

HONG, Y.Y., KERR, S., KLYMCHUK, S., McHARDY, J., MURPHY, P., SPENCER, S., THOMAS, M. & WATSON, P. 2009. Teachers' perspectives on the transition from secondary to tertiary mathematics education. (Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, vol. 1. Palmerston North, NZ: Merga. p.241-248.)

HOWIE, S. 2002. English language proficiency and contextual factors influencing mathematics achievement of secondary school pupils in South Africa. Enschede: PrintPartners Ipskamp. 358 p.

HÜTHER, G. 2006. Neurobiological approaches to a better understanding of human nature and human values. *Journal for transdisciplinary research in Southern Africa,* 2(2):331-343, December.

KAPLAN, R.G. 1987. The development of mathematical thinking as a function of the interaction between affective and cognitive factors. (Paper presented at the Annual Meeting of the Jean Piaget Society.)

LAWTON, J.T., SAUNDERS, R.A. & MUHS, P. 1980. Theories of Piaget, Bruner, and Ausubel: explications and implications. *Journal of genetic psychology,* 136:121-136.

LEEDY, P.D. 1997. Practical research: planning and design. 6th ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. 304 p.

LEEDY, P.D. & ORMROD, J.E. 2005. Practical research: planning and design. 8th ed**.** Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. 319 p.

LEEDY, P.D. & ORMROD, J.E. 2010. Practical research: planning and design. 9th ed**.** Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. 336 p.

LOUW, I. 2009. Projekte om wiskundeprestasie aan ‘n tegniese universiteit te verbeter. *Suid-Afrikaanse tydskrif vir natuurwetenskap en tegnologie,* 28(4):366-377, Desember.

MAREE, K. 2007. First steps in research. Pretoria: Van Schaik. 334 p.

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.

McFATE, C. & OLMSTED III, J. 1999. Assessing student preparation through placement tests. *Journal of chemical education,* 76(4):562-565, April.

MJI, A. & MAKGATO, M. 2006. Factors associated with high school learners’ poor performance: a spotlight on mathematics and physical science. *South African journal of education*, 26(2):253-266.

NAIR, P.A.P. 2002. A theoretical framework for an access programme encompassing further education training: remedy for educationl wastage? *South African journal of higher education,* 16(2):94-103*.*

OLYOTT, S. 2010. I wish someone would explain Hebrews to me! Edinburgh: The Banner of Truth Trust. 198 p.

OP ’T EYNDE, P., DE CORTE, E. & VERSCHAFFEL, L. 2006. “Accepting emotional complexity”: a socio-constructivist perspective on the role of emotions in the mathematics classroom. *Educational studies in mathematics*, 63:193-207.

PIAGET, J. 1964. Development and learning. (*In* Ripple, R.E. & Rockcastle, V.N., *eds*. Piaget rediscovered. A report of the Conference on Cognitive Studies and Curriculum Development. Ithaca, New York: Cornell University. p. 7-20.)

POLYA, G. 1973. How to solve it: a new aspect of mathematical method. 2nd ed. Princeton, N.J. Princeton University Press. 253 p.

POTGIETER, M. & DAVIDOWITZ, B. 2010. Grade 12 achievement rating scales in the new National Senior Certificate as indication of preparedness for tertiary chemistry. *South African journal of chemistry,* 63:75-82*.*

POTGIETER, M., DAVIDOWITZ, B. & VENTER, E. 2008. Assesment of preparedness of first-year chemistry students: development and application of an instrument for diagnostic and placement purposes*. African journal of research in SMT education,* 12:1-18.

RADEMEYER, A. 2009. Suid-Afrika se Wiskunde-krisis: innoverende oplossing nou nodig. *Suid-Afrikaanse tydskrif vir natuurwetenskap en tegnologie,* 28(4):393-397, Desember*.*

REDDY, V. 2006. Mathematics and science achievement at South African schools in TIMSS 2003. Cape Town: HSRC Press. 129 p.

SCHILLING, M.A. 2005. A “small world” network model of cognitive insight. *Creativity research journal,* 17(2&3):131-154*.*

SCHOENFELD, A.H. 1989. Explorations of students’ mathematical beliefs and behavior. *Journal for research in mathematics education,* 20(4):338-355, July.

SCHOENFELD, A.H. 1992. Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. (*In* Grouws, D., *ed*. Handbook for research on Mathematics teaching and learning. New York: MacMillan. p. 334-370.)

SCHÖER, V., NTULI, M., RANKIN, N., SEBASTIAO, C. & HUNT, K. 2010. A blurred signal? The usefulness of National Senior Certificate (NSC) Mathematics marks as predictors of academic performance at university level. *Perspectives in education,* 28(2):9-18.

SCHUNK, D.H., PINTRICH, P.R. & MEECE, J.L. 2008. Motivation in education: theory, research, and applications. 3rd ed. Upper Saddle River, N.J. Pearson Education. 433 p.

SCOTT, M. 2010. SA ready to take TIMSS test again. *Mail & Guardian*. http//:www.mg.co.za/article2010-08-03-sa-ready-to-take-timms-test-again. Datum van gebruik: 19 Januarie 2011.

SETATI, M. 2005. Mathematics education and language: policy, research and practice in multilingual South Africa. (*In* Vithal, R., Adler, J. & Keitel, C., *eds*. Researching mathematics education in South Africa. Cape Town: HSRC Press. p. 73-109.)

SMITH, A. 2002. The brain's behind it. Victoria, Australia: Hawker Brownlow Education. 216 p.

SOUTH AFRICA. Department of Education. 2009. Report of the task team for the review of the implementation of the National Curriculum Statement. Pretoria: Department of Education. 71 p.

SPARKS, A. 2003. Beyond the miracle: inside the new South Africa. Jeppestown: Jonathan Ball. 370 p.

TALL, D. 2004a. Introducing three worlds of mathematics. *For the learning of mathematics,* 23(3):29-33.

TALL, D.O. 2004b. Thinking through three worlds of mathematics. (Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 4:281-288.)

TALL, D. 2008a. The transition to formal thinking in mathematics. *Mathematics education research journal*, 20(2):5-24.

TALL, D. 2008b. The historical and individual development of mathematical thinking: ideas that are set-before and met-before. (Plenary presented at Coloquio de Histório e Tecnologia no Ensino Da Mathemática. UFRJ, Rio de Janeiro, Braxil, May.)

TALL, D. & MEJIA-RAMOS, J.P. 2009. The long-term cognitive development of the different types of reasoning and proof. (Conference on explanation and proof in mathematics: philosophical and educational perspectives. New York: Springer.) 13 p.

TARTRE, L.A. & FENNEMA, E. 1995. Mathematics achievement and gender: a longitudinal study of selected cognitive and affective variable [grades 6-12]. *Educational studies in mathematics*, 28(3):199-217, April.

THURSTON, W.P. 1990. Mathematical education. *American Mathematical Society.* 37(7):844-850, September.

UKAI, N. 1994. The Kumon approach to teaching and learning. *Journal of Japanese studies*, 20(1):87-113, Winter.

UMALUSI. 2008. Report on the quality assurance of the National Senior Certificate Assessment and Examination. Pretoria: UMALUSI. 60 p.

VAN DER FLIER, H., THIJS, G.D. & ZAAIMAN, H. 2003. Selecting students for a South African mathematics and science foundation programme: the effectiveness and fairness of school-leaving examinations and aptitude tests. *International journal of educational development,* 23:399-409.

VAN GASTEL, L. & BROUWER, N. 2010. On bridging and closing the mathematics gap. (Proceedings of Conference of Student Mobility and ICT: Dimensions of Transition. Amsterdam: FEBA ERD Press. p. 226-231.)

VAN HIELE, P.M. 1986. Structure and insight. Orlando: Academic Press. 246 p.

VYGOTSKY, L.S. 1978. Mind in society. Cambridge: Harvard University Press. 159 p.

WASSON, J. 2010. Correlational research. (Ed 603: Lesson 11.) http://www. mnstate.edu/wasson/ed603lesson11.htm. Datum van gebruik: 8 Augustus 2010.

WITMER, S. 2003. Statistics for the life sciences. Upper Saddle River, N.J.: Pearson. 724 p.

WYNN, K. 1992. Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358:749-750, August.

ZAMARIAN, L., ISCHEBECK, A. & DELAZER, M. 2009. Neuroscience of learning arithmetic: evidence from brain imaging studies. *Neuroscience and biobehavioral reviews,* 33:909-925.

BYLAE A

DATA: WISKUNDE-PUNTE IN PERSENTASIE

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
1	84	63				1
2	73	60				1
3	65	54				1
4	66	64				1
5	92	73				1
6	62	51				1
7	74	50				1
8	77	52				1
9	92	81				1
10	80	67				1
11	63	50				1
12	82	74				1
13	58	53				1
14	58	52				1
15	69	63				1
16	66	52				1
17	40	53				1
18	56	63				1
19	69	51				1
20	84	56				1
21	73	56				1
22	57	62				1
23	52	53				1
24	75	54				1
25	83	87				1
26	65	61				1
27	84	83				1
28	61	50				1

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
29	53	52				1
30	76	59				1
31	63	56				1
32	49	56				1
33	71	88		70		2
34	67	67		50		2
35	89	83		76		2
36	70	61		52		2
37	77	73		52		2
38	83	85		65		2
39	87	74		50		2
40	89	89		67		2
41	80	56		51		2
42	82	84		64		2
43	79	64		53		2
44	80	96		65		2
45	71	67		53		2
46	79	75		50		2
47	69	76		61	61	2
48	76	67		53		2
49	84	83		69		2
50	81	88		60		2
51	70	59		51		2
52	83	64		58		2
53	83	84		87	87	2
54	76	77		52		2
55	79	55		54		2
56	77	74		54		2
57	71	67		53		2
58	75	66		60		2
59	71	63		57		2
60	78	55			56	2

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
61	80	54		63		2
62	77	63			50	2
63	85	79		68		2
64	78	61		52		2
65	78	76			60	2
66	90	91		68		2
67	65	72		68		2
68	63	69		57		2
69	78	61			60	2
70	71	57		59		2
71	67	55			50	2
72	64	55			52	2
73	82	68		53		2
74	87	75		52		2
75	71	62			55	2
76	100	83		96		2
77	91	57		59		2
78	69	67		56		2
79	87	75		76		2
80	70	87		63		2
81	69	77		57		2
82	74	60		50		2
83	71	57		61		2
84	82	66		51		2
85	77	69		50		2
86	73	62		60		2
87	87	99		85		2
88	82	54		76		2
89	97	68			74	2
90	63	67		60		2
91	83	85			63	2
92	89	82		72		2

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
93	72	57		51		2
94	67	73		53		2
95	65	54		51		2
96	82	67		50		2
97	80	63			53	2
98	88	70		63		2
99	61	51			43	3
100	82	56		26		3
101	58	52			43	3
102	71	60		46		3
103	62	51		32		3
104	74	53		46		3
105	67	56		46		3
106	63	50			37	3
107	65	50		35		3
108	68	52		30		3
109	67	56		48		3
110	66	62			38	3
111	66	57			22	3
112	84	61		20		3
113	63	62		42		3
114	66	62			24	3
115	70	65			37	3
116	73	63		45		3
117	67	50		39		3
118	59	51		45		3
119	59	54			19	3
120	74	60		48		3
121	61	56		41		3
122	74	65		47		3
123	59	62		48		3
124	64	58			16	3

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
125	70	50			17	3
126	85	59			43	3
127	58	62			23	3
128	62	63			43	3
129	66	51			44	3
130	70	50		14		3
131	70	50			38	3
132	59	50		31		3
133	67	54		10		3
134	67	54			21	3
135	67	62		47		3
136	73	52		16		3
137	75	60			34	3
138	72	50		31		3
139	61	50		0		3
140	79	50		40		3
141	69	70		38		3
142	51	52		13		3
143	72	55			46	3
144	89	82		47	62	4
145	65	54		38	66	4
146	72	65		41	50	4
147	70	57		30	55	4
148	72	63		41	63	4
149	72	54		41	58	4
150	66	58		38	57	4
151	80	65		47	59	4
152	82	63		50	57	4
153	77	66		43	55	4
154	72	63		35	52	4
155	79	56		40	71	4
156	67	57		34	62	4

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
157	54	51		32	53	4
158	67	53		45	59	4
159	64	53		44	58	4
160	73	59		40	54	4
161	75	57		41	58	4
162	69	74		45	75	4
163	74	58		41	59	4
164	80	70		24	71	4
165	74	57		36	59	4
166	68	54		23	58	4
167	73	58		46	67	4
168	73	59		47	60	4
169	68	50		42	58	4
170	68	56		34	56	4
171	55	58		37	63	4
172	72	68		40	58	4
173	78	54		34	55	4
174	76	60		37	57	4
175	81	50		22	56	4
176	83	61		43	55	4
177	63	50		36	55	4
178	84	75		18	64	4
179	76	55		47	79	4
180	61	53		10	50	4
181	56	50		36	46	5
182	79	57		42	45	5
183	69	51		20	43	5
184	62	61		35	46	5
185	67	50		24	44	5
186	67	50		31	48	5
187	77	69		47	44	5
188	68	58		30	39	5

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
189	57	50		35	42	5
190	69	53		37	46	5
191	74	56		41	41	5
192	63	45				6
193	64	45				6
194	72	17				6
195	70	38				6
196	71	41				6
197	57	23				6
198	68	45				6
199	52	1				6
200	73	44				6
201	67	41				6
202	68	42				6
203	63	12				6
204	80	47				6
205	66	48				6
206	66	41				6
207	53	38				6
208	61	26				6
209	64	38				6
210	66	4				6
211	66	43				6
212	64	46				6
213	50	17				6
214	58	39				6
215	69	49				6
216	64	17				6
217	65	14				6
218	57	43				6
219	62	47				6
220	58	47				6

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
221	62	10				6
222	50	31				6
223	77	19				6
224	64	37				6
225	64	50	52			7
226	60	42	69			7
227	51	38	64			7
228	56	44	61			7
229	67	40	65			7
230	57	41	50			7
231	64	47	50			7
232	64	9	59			7
233	61	41	57			7
234	51	28	51			7
235	48	46	50			7
236	45	35	50			7
237	71	45	74			7
238	47	22	77			7
239	77	36	50			7
240	54	32	54			7
241	61	41	66			7
242	66	43	77			7
243	61	41	62			7
244	68	48	77			7
245	50	30	52			7
246	64	37	60			7
247	75	42	67			7
248	61	46	85			7
249	55	19	55			7
250	62	36	55			7
251	66	44	69			7
252	76	39	70			7

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
253	66	46	67			7
254	51	41	62			7
255	64	42	66			7
256	72	45	75			7
257	52	47	53			7
258	57	34	55			7
259	62	45	67			7
260	75	35	70		61	8
261	71	47	70		60	8
262	77	34	86		55	8
263	68	41	68		51	8
264	76	40	67		51	8
265	75	49	62		50	8
266	57	39	58		59	8
267	52	39	75		58	8
268	76	50	62		65	8
269	67	50	68		51	8
270	53	43	60		50	8
271	52	34	55		50	8
272	79	45	72		50	8
273	68	50	60		50	8
274	74	39	61		49	8
275	71	23	62		57	8
276	62	26	77		50	8
277	76	43	76		57	8
278	61	41	81		81	8
279	64	44	74		52	8
280	64	38	67		50	9
281	70	40	61		42	9
282	66	41	88		43	9
283	64	44	57		34	9
284	62	44	54		17	9

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
285	62	35	58		33	9
286	61	35	52		36	9
287	61	29	56		43	9
288	77	36	66		42	9
289	72	44	67		36	9
290	67	37	54		13	9
291	67	35	55		18	9
292	54	13	56		35	9
293	64	45	61		37	9
294	53	12	51		23	9
295	59	24	58		4	9
296	57	35	51		45	9
297	73	53	70		46	9
298	68	48	66		47	9
299	66	48	50		22	9
300	62	43	53		26	9
301	60	40	77		43	9
302	66	45	53		40	9
303	65	10	55		20	9
304	66	47	69		42	9
305	53	43	62		23	9
306	73	29	58		33	9
307	61	43	51		24	9
308	61	41	68		41	9
309	56	8	75		48	9
310	57	38	50		42	9
311	73	42	68		44	9
312	65	40	71		44	9
313	64	22	69		41	9
314	65	39	54		34	9
315	80	47	75		37	9
316	62	35	62		40	9

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
317	62	36	52		15	9
318	52	38	64		25	9
319	64	41	52		27	9
320	59	26	57		36	9
321	54	42	73		46	9
322	73	44	67		38	9
323	62	45	66		32	9
324	52	34	59		18	9
325	59	44	53		16	9
326	62	40	65		29	9
327	76	47	61		17	9
328	59	52	60		19	9
329	53	42	58		35	9
330	72	36	56		30	9
331	63	44	67		42	9
332	75	48	74		42	9
333	56	34	50		19	9
334	55	50	34			10
335	75	11	43			10
336	49	42	48			10
337	59	31	29			10
338	65	25	45			10
339	52	9	8			10
340	58	37	30			10
341	53	40	43			10
342	48	25	46			10
343	59	17	40			10
344	47	35	43			10
345	55	34	39			10
346	61	33	45			10
347	61	33	10			10
348	55	25	47			10

No	Graad 12	Wiskunde I 2009 Semester 1	Wiskunde I 2009 Semester 2	Wiskunde II 2009 Semester 2	Wiskunde II 2010 Semester 1	Kategorie
349	46	17	18			10
350	59	30	40			10
351	54	30	41			10
352	69	33	46			10
353	69	36	46			10
354	63	44	47			10
355	51	27	48			10
356	61	35	35			10
357	77	11	45			10
358	50	25	38			10
359	46	43	42			10
360	51	30	40			10
361	47	28	22			10
362	56	28	47			10
363	64	29	2			10
364	65	36	45			10
365	60	34	43			10
366	55	23	46			10
367	64	15	46			10
368	44	23	22			10
369	69	30	39			10
370	61	20	7			10
371	56	29	33			10
372	69	17	47			10
373	54	34	0			10
374	63	25	44			10
375	58	46	45			10
376	51	22	36			10

BYLAE B

TOESTEMMING: DEPARTEMENT VAN ONDERWYS

UMnyango WezeMfundo
Department of Education

Lefapha la Thuto
Departement van Onderwys

Enquiries: Nomvula Ubisi (011)3550488

Date:	22 February 2010
Name of Researcher:	Mulder Isabella Dorothea
Address of Researcher:	48 Stinkhout Crescent
	Vanderbijlpark
	1911
Telephone Number:	0169322903/0844077968
Fax Number:	0169509794
Research Topic:	Matric Marks as Predictor of Success in Mathematics at South African University of Technology
Number and type of schools:	Secondary Schools
District/s/HO	Any District

Re: Approval in Respect of Request to Conduct Research

This letter serves to indicate that approval is hereby granted to the above-mentioned researcher to proceed with research in respect of the study indicated above. The onus rests with the researcher to negotiate appropriate and relevant time schedules with the school/s and/or offices involved to conduct the research. A separate copy of this letter must be presented to both the School (both Principal and SGB) and the District/Head Office Senior Manager confirming that permission has been granted for the research to be conducted.

Permission has been granted to proceed with the above study subject to the conditions listed below being met, and may be withdrawn should any of these conditions be flouted:

1. *The District/Head Office Senior Manager/s concerned must be presented with a copy of this letter that would indicate that the said researcher/s has/have been granted permission from the Gauteng Department of Education to conduct the research study.*
2. *The District/Head Office Senior Manager/s must be approached separately, and in writing, for permission to involve District/Head Office Officials in the project.*
3. *A copy of this letter must be forwarded to the school principal and the chairperson of the School Governing Body (SGB) that would indicate that the researcher/s have been granted permission from the Gauteng Department of Education to conduct the research study.*

Office of the Chief Director: Information and Knowledge Management
Room 501, 111 Commissioner Street, Johannesburg, 2000 P.O.Box 7710, Johannesburg, 2000
Tel: (011) 355-0809 Fax: (011) 355-0734

4. *A letter / document that outlines the purpose of the research and the anticipated outcomes of such research must be made available to the principals, SGBs and District/Head Office Senior Managers of the schools and districts/offices concerned, respectively.*
5. *The Researcher will make every effort obtain the goodwill and co-operation of all the GDE officials, principals, and chairpersons of the SGBs, teachers and learners involved. Persons who offer their co-operation will not receive additional remuneration from the Department while those that opt not to participate will not be penalised in any way.*
6. *Research may only be conducted after school hours so that the normal school programme is not interrupted. The Principal (if at a school) and/or Director (if at a district/head office) must be consulted about an appropriate time when the researcher/s may carry out their research at the sites that they manage.*
7. *Research may only commence from the second week of February and must be concluded before the beginning of the last quarter of the academic year.*
8. *Items 6 and 7 will not apply to any research effort being undertaken on behalf of the GDE. Such research will have been commissioned and be paid for by the Gauteng Department of Education.*
9. *It is the researcher's responsibility to obtain written parental consent of all learners that are expected to participate in the study.*
10. *The researcher is responsible for supplying and utilising his/her own research resources, such as stationery, photocopies, transport, faxes and telephones and should not depend on the goodwill of the institutions and/or the offices visited for supplying such resources.*
11. *The names of the GDE officials, schools, principals, parents, teachers and learners that participate in the study may not appear in the research report without the written consent of each of these individuals and/or organisations.*
12. *On completion of the study the researcher must supply the Director: Knowledge Management & Research with one Hard Cover bound and one Ring bound copy of the final, approved research report. The researcher would also provide the said manager with an electronic copy of the research abstract/summary and/or annotation.*
13. *The researcher may be expected to provide short presentations on the purpose, findings and recommendations of his/her research to both GDE officials and the schools concerned.*
14. *Should the researcher have been involved with research at a school and/or a district/head office level, the Director concerned must also be supplied with a brief summary of the purpose, findings and recommendations of the research study.*

The Gauteng Department of Education wishes you well in this important undertaking and looks forward to examining the findings of your research study.

Kind regards

Pp Nomvula Ubisi
Martha Mashego
ACTING DIRECTOR: KNOWLEDGE MANAGEMENT & RESEARCH

The contents of this letter has been read and understood by the researcher.

Signature of Researcher:	I.D Mulder
Date:	2010/02/23

BYLAE C

TOESTEMMING: STUDENTE

9 November 2009

Dear Student,

I am doing some research on the correlation between Mathematics marks in Gr. 12 and Mathematics I and II. The purpose is to predict in future which students need extra help with Mathematics. If I use your mark, your name will never be mentioned, I will only use your student number to find the marks and afterwards nobody will know that it was your marks. Also, the results of the study will have no negative effect on you. It will only be used to help future students.

I want to use the marks of students who wrote matric in 2008 and enrolled for Mathematics I in the first semester of 2009. If, for some reason, you do not want me to use your mark, you have to come and tell me. My office is E211. The choice is yours. It will not be held against you if you decide that you don't want your marks to be used. If I haven't heard from you by 1 February 2010, I will take it that you have agreed to me using your marks.

Thank you very much,

Ms. ID Mulder

Lecturer: Mathematics

Dr. K Zimba

HOD: Mathematics

BYLAE D

GOEDKEURING: ETIEKKOMITEE

NORTH-WEST UNIVERSITY
YUNIBESITI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NOORDWES UNIVERSITEIT
VAAL TRIANGLE CAMPUS

PO Box 1174, Vanderbijlpark
South Africa, 1900

Tel: 016 910-3422
Fax: 016 293 5136
Web: http://www.nwu.ac.za

TO WHOM IT MAY CONCERN

With this letter, I confirm that the NWU Ethics Sub-committee for Social and Behavioural Sciences approved the ethics arrangements made for the following study:

Candidate details	Ms ID Mulder
Student number	10986889
Degree	M. Ed
Title of study	Gr 12 punte as voorspeller van sukses in Wiskunde by 'n Suid-Afrikaanse universiteit van tegnologie
Faculty Humanities ethics tracking number	FH-SS-2011-0002
Date of NWU Ethics sub-committee meeting	31 January 2011

If you need more information, please contact immediately.

Kind regards

Prof AS Coetzee Van Rooy

Chairperson: NWU Ethics Sub-Committee for Social and Behavioural Sciences

1