

HOOFSTUK 2

VERANDERLIKES WAT 'N INVLOED HET OP DIE WISKUNDEPRESTASIE VAN EERSTEJAARSTUDENTE AAN UNIVERSITEITE

2.1 Inleiding

In hierdie hoofstuk word die veranderlikes wat die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente beïnvloed, bespreek. Hoewel die meeste navorsers dit eens is dat vorige wiskundeprestasie 'n goeie aanduiding is van hoe 'n eerstejaarstudent in Wiskunde op universiteit sal vaar, bestaan daar meningsverskil of dit die beste voorspeller van dié prestasie is. Naas vorige prestasie word die invloed van verskeie ander kognitiewe en nie-kognitiewe veranderlikes op wiskundeprestasie in die eerste jaar gemeld.

Die wisselende krag waarmee sommige veranderlikes individueel en gesamentlik die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente voorspel, kom in hierdie hoofstuk onder die soeklig. Verder word besin oor die moontlikheid om aan die einde van die hoofstuk 'n versameling van tradisioneel "goeie" voorspellers van wiskundeprestasie in die eerste jaar daar te stel. Dat die kombinerings van kognitiewe en nie-kognitiewe veranderlikes ook in die ontwikkeling van voorspellingsmodelle vir eerstejaarwiskundeprestasie as feitlik vanselfsprekend aanvaar word, kom duidelik in die literatuurstudie na vore.

In 2.2 en 2.3 word die invloed van kognitiewe en nie-kognitiewe veranderlikes respektiewelik op die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente bespreek. Geslagsverskille in wiskundeprestasie en die rol van geslagsverskille in veranderlikes wat die wiskundeprestasie van mans- en damestudente beïnvloed, word in 2.4 aangetoon.

Die navorsingsresultate wat in hierdie hoofstuk bespreek word, handel hoofsaaklik oor studies wat in die buiteland gedoen is. Die veralgemeningsmoontlikhede van resultate word beperk deur die unieke eienskappe van die inrigtings waarin studies gedoen word (Baird, 1984); die streek waarin die voedingskole van die inrigtings geleë is (Robinson,

1970: 60) en die soms klein getalle proefpersone wat by die studies betrokke is. Die literatuurstudie word dus as 'n verkenning van die tendense in voorspellingstudies beskou en resultate word in die algemeen vertolk. Die wenke wat hieruit voortvloei word aangewend in die saamstel van 'n instrument om die situasie aan die PU vir CHO te weerspieël. Hoewel die veralgemeningsmoontlikhede van die instrument op sigself beperk is, behoort die inligting wat met die samestelling van die instrument beskikbaar gestel word, van waarde te wees ter aanwending in soortgelyke studies aan ander akademiese inrigtings.

2.2 Die verband tussen kognitiewe veranderlikes en akademiese prestasie in Wiskunde op die eerstejaarsvlak

2.2.1 Inleiding

Die kognitiewe veranderlikes wat in hierdie paragraaf uitgelig word, is veranderlikes wat in die navorsingsliteratuur in verband gebring word met wiskundeprestasie in die eerste jaar. In gevalle van veranderlikes wat ter plaatse relatief onbekend is, word 'n volledige beskrywing gegee. Veranderlikes wat in oorweging geneem word met betrekking tot die voorspelling van eerstejaarwiskundeprestasie is vorige akademiese prestasie (hoërskoolpunte, hoërskoolrangorde), aanleg, intelligensietellings en prestasietoetstellings. Die aansienlike getalleoorwig van buitelandse (veral Amerikaanse) studies in die navorsingsliteratuur rakende die voorspelling van wiskundeprestasie aan universiteite, het die gevolg dat hoofsaaklik Amerikaanse studies in die literaturoorsig gerapporteer word. Suid-Afrikaanse studies sal gevolglik pertinent onder die aandag gebring word.

2.2.2 Die verband tussen vorige akademiese prestasie en wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak

Kriteria vir die vorige akademiese prestasie van studente word op die volgende wyses geoperasionaliseer:

2.2.2.1 Vorige akademiese prestasie deur middel van die hoërskoolvakgemiddelde (HSVG)

Die HSVG is 'n punt wat bereken word deur getalwaardes aan prestasiesimbole wat in die verskillende vakke behaal is toe te ken en die rekenkundige gemiddelde van die getalwaardes te bereken. In die VSA geskied die mees algemene kwantifisering van simbole vir die bepaling van die HSVG op die volgende wyse: $A = 4$, $B = 3$, $C = 2$, $D = 1$, $F = 0$. Gemiddeldes word gewoonlik uitgedruk as 'n desimale getal korrek tot twee desimale syfers. Die desimale getal word as essensieel kontinuu beskou teenoor die getalsimboolwaarde vir prestasie in 'n spesifieke vak wat een van die heelgetalle 0 tot 4 is (Troutman, 1978: 403). In die studie van Robinson (1970: 58) word die omsettingskaal $A = 40$, $B = 30$, $C = 20$, $D = 10$, $F = 0$ gebruik.

Vervolgens kan verskeie spesifieke gemiddeldes bereken word deur gebruik te maak van die getalwaardes wat hierbo genoem is, naamlik

- Totale akademiese prestasie op hoërskool deur die kumulatiewe gemiddelde oor alle hoërskoolvakke en alle hoërskoolstudiejare heen te bereken;
- akademiese prestasie in die senior fase van die hoërskool deur die kumulatiewe gemiddelde oor alle vakke vir die laaste drie hoërskooljare te bepaal, of
- die totale finalejaar akademiese prestasie deur die gemiddelde van alle vakke wat in die finale jaar op hoërskool geneem is te bereken.

In die RSA is die navorser, wat die matriekprestasie van studente betref, uitsluitlik aangewese op die gebruik van matrieksimbole. Die uitslae van verskillende departementele eksterne eksamens wat opgestel is volgens die riglyne vervat in die kernsillabusse van die Gemeenskaplike Matriekulasieraad dien as toelatingskriteria tot universiteitstudie en daar moet rekening gehou word met die Standaardgraad/Hoërgraad-keuse in sommige vakke wanneer matrieksimbole gekwantifiseer word.

Volgens Van Wyk en Crawford (1984: 8) word die volgende omsettingstabel vir die kwantifisering van matrieksimbole in die Fakulteit van Natuurwetenskappe aan die Universiteit van die Witwatersrand gebruik:

Tabel 2.1

Omsetting van matrieksimbole na numeriese waardes

Simbool	HG	SG
A	8	6
B	7	5
C	6	4
D	5	3
E	4	2
F	3	1

Van Wyk en Crawford (1984: 8)

Behr (1985:108) maak gebruik van dieselfde tabel, behalwe dat die gewig van 'n F-simbool op Hoërgraad 2 in plaas van 3 is.

In die ondersoek van Van Wyk en Crawford (1984) word vorige akademiese prestasie in die natuurwetenskaplike studierigting verteenwoordig deur 'n totale punt wat bereken word deur die getalwaardes van die wiskunde-matrieksimbool en die beste prestasie onder die vakke Natuur- en Skeikunde, Biologie, Geografie of Fisiologie beide te verdubbel en die getalwaardes van die prestasie in die oorblywende vakke by die som van die genoemde twee getalle te tel. In gevalle van studente met meer as ses matriekvakke, word die totale aantal vakke tot ses verminder deur dié met die laagste simbole te ignoreer, met uitsondering van die vakke wat hierbo genoem is. Op hierdie wyse word 'n geweege matriekpunt in die guns van die natuurwetenskappe bepaal.

Die omsettingskaal van Van Wyk en Crawford (1984: 8) word tans deur departemente in die Fakulteit van Natuurwetenskappe aan die PU vir CHO vir gebruik aangeneem.

2.2.2.2 Vorige akademiese prestasie deur middel van die hoërskool- klasrangorde (HSR)

Die HSR word veral in die VSA gebruik om vorige akademiese prestasie van individue aan te dui. Dit is 'n punt wat bereken word met die formule $HSR = (1 - R/N) \cdot 100$, waar R die klasposisie van 'n student en N die grootte van die betrokke groep is (McLaughlin, 1971). In 'n klas van 100 studente is die klasrangordepunt van die student in die eerste klasposisie dus 99 en dié van die student in die laaste posisie gelyk aan 0. 'n Ekwivalente vorm van die formule is $HSR = 1 - R/N$ (Howlett, 1969). Die klasrangorde van studente in 'n klas van 100 strek dan van 0 tot 0,99. Vir 'n klas van 1000 studente is die laagste rangordepunt 0 en die hoogste 0,999.

McLaughlin (1971: 989) gebruik 'n aangepaste vorm van die bogenoemde standaardvorm vir die berekening van klasrangordepunte wat meer bruikbaar is in die geval van voornemende universiteitstudente. In die aangepaste formule $HSR2 = (1 - R/CN) \cdot 100$ stel R die klasposisie van die student voor en CN is die aantal studente in die klas wat beplan om verder te gaan studeer. McLaughlin vind dat HSR2 'n beduidend beter voorspeller van akademiese prestasie in die eerste jaar is as die standaard HSR. Uit die definisie van hoërskool klasrangorde is dit duidelik dat die meting 'n weergawe is van individuele prestasie in verhouding tot die prestasie van medeskoliere. Volgens McLaughlin (1971: 990) is die beter resultate met HSR2 moontlik toe te skryf aan die fyner gedefinieerde portuurgroep wat in die HSR2 gebruik word.

Vir die voorspelling van tersiêre prestasie in die vak Wiskunde, sou die gebruik van 'n "Wiskunde-hoërskoolrangordepunt", geskoei op die lees van McLaughlin se HSR2, as voorspeller gebruik kon word. Die CN veranderlike van McLaughlin (1971) sou dan wees "die aantal leerlinge in die klas wat beplan om in Wiskunde op universiteit verder te studeer" en R die klasposisie van 'n student wat verdere studie in Wiskunde beplan. Die aanwending van sulke vakgerigte hoërskoolrangordes kon egter nie in die literatuur gevind word nie.

'n Ander vorm van HSR word deur Brasch (1972) en Troutman (1978) gebruik, wat hoërskoolrangordepunte deur middel van 'n vyfpuntskaal meet, waarvolgens die getal 1 toegeken word aan 'n skolier waarvan die prestasie in die boonste vyfde van die klas lê, tot die getal 5 vir 'n skolier in die onderste vyfde van die klas.

Die klasposisies van leerlinge in Suid-Afrikaanse skole word nie bekend gemaak nie. Gevolglik kan hoërskoolrangordepunte nie in plaaslike voorspellingstudies as onafhanklike veranderlikes gebruik word nie.

2.2.2.3 Vorige akademiese prestasie in Wiskunde

Een of ander maatstaf van prestasie in hoërskoolwiskunde is noodsaaklik in die versameling van onafhanklike veranderlikes vir die voorspelling van wiskundeprestasie op universiteit. 'n Hoërskoolwiskundegemiddelde (HSWG) van die punte wat in een of meer jare in wiskundekursusse op die hoërskool behaal is, behoort ingesluit te word as 'n moontlike voorspeller van wiskundeprestasie in die eerstejaar: Die student wat goed presteer het in skoolwiskunde behoort by toetrede tot wiskundestudie aan 'n universiteit reeds 'n stewige grondslag van daardie beginsels en tegnieke wat die basis van universiteitswiskunde vorm, te besit. Ooreenkomstig word die swak prestasie van studente in Wiskunde op eerstejaarsvlak dikwels toegeskryf aan gebrekkige kennis van skoolwiskunde (Edge en Friedberg, 1984: 137). Verskeie navorsers, waaronder Troutman (1978), Morgan (1970), Robinson (1970), Fenneman (1973), McKillip (1966), Anderson et al. (1965) gebruik HSWG as onafhanklike veranderlike in die voorspelling van die wiskundeprestasie van eerstejaaruniversiteitstudente.

In teenstelling tot die situasie in die RSA, waar die navorser slegs die matrieksimbool as 'n maatstaf van vorige wiskundeprestasie beskikbaar het, kan buitelandse navorsers benewens 'n HSWG selfs die punte wat in individuele wiskundekursusse op hoërskool behaal is, as voorspellers vir wiskundeprestasie in die eerste jaar aanwend. In die VSA gebruik Edge en Friedberg (1984) die finale punt van 'n hoërskool-algebrakursus

as 'n onafhanklike veranderlike in die voorspelling van die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente.

Hoewel vorige wiskundeprestasie, verteenwoordig deur HSWG of punte in spesifieke wiskundesubdissiplines, sterk oorweeg moet word as voorspellers vir wiskundeprestasie op eerstejaarsvlak, rig Edge en Friedberg (1984: 137) hierdie waarskuwing: hoërskoolwiskundepunte is dikwels buitensporig hoog, sodat die voorspellingswaarde daarvan nie sonder meer aanvaar moet word nie.

In die RSA is die matrieksimbool in Wiskunde reeds 'n HSWG. Die punt is die gemiddelde van 'n eksterne eksamenpunt en 'n punt wat die onderwyser se beoordeling van die skolier se wiskundeprestasie verteenwoordig. Die eksamenpunt is die gemiddelde van punte behaal in twee vraestelle waarvan een die skolier se algebra-prestasie en die tweede die prestasie in trigonometrie, meetkunde en vektor-algebra (analitiese meetkunde) meet. Dit is derhalwe nie moontlik om voornemende universiteitstudente se prestasie in die subdissiplines algebra, trigonometrie, meetkunde en vektor-algebra (analitiese meetkunde) op grond van die matrieksimbool vas te stel nie.

2.2.3 Die differensiële invloed van die verskillende tipes vorige prestasie-veranderlikes op wiskundeprestasie in die eerste universiteitsjaar

Vorige akademiese prestasie is deur die jare gevestig as 'n goeie voorspeller van latere akademiese prestasie. Oor die vraag of dieselfde tendens ten opsigte van die invloed van vorige akademiese prestasie op wiskundeprestasie in die eerste universiteitsjaar bestaan, lewer die navorsingsliteratuur geen klare uitspraak nie. 'n Moontlike verklaring hiervoor is dat die navorsing wat in hierdie verband gedoen is, dikwels onvergelykbaar is wat die keuse van afhanklike veranderlikes betref. Sommige navorsers bepaal die invloed van veranderlikes op spesifieke subdissiplines van die vak eerder as op wiskundeprestasie in die geheel (bv. die gemiddelde van punte behaal in alle kursusse in die eerste jaar of in 'n semester in die eerste jaar). Vakinhoude van kursusse wat dieselfde beskrywende naam dra, mag selfs heelwat verskil.

Dat verskeie maatstawwe van vorige akademiese prestasie egter wel beduidende voorspellers van wiskundeprestasie in die eerste jaar is, blyk uit die resultate van talle ondersoeke.

Tabel 2.2 toon die enkelvoudige korrelasies van verskeie maatstawwe van akademiese prestasie op hoërskool met eerstejaarwiskundeprestasie op universiteit soos dit in verskeie studies bevind is. Die navorsers en die jaar waarin die navorsing gerapporteer is, word aangetoon. Die groottes van die studentegroepe wat in die ondersoeke betrokke is, word aangedui onder die simbool N.

Tabel 2.2

Korrelasies tussen vorige skolastiese prestasie en wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak

Veranderlike	Kriterium	Korrelasie	Navorser(s)	Jaar	N
HSR	Analise	0,29*	Prouse & Turner	1969	144
HSR	Analise	0,30°	McKillip	1966	753
HSR	Diskrete wisk.	0,42*	Troutman	1978	123
HSR	Analise	0,38#	Edge & Friedberg	1984	235
HSR	Analise	0,41#	Edge & Friedberg	1984	397
HSR	Analise	0,55°	Robinson	1970	65
HSR	Analise	0,53°	Robinson	1970	49
HSWG	Analise	0,44°	McKillip	1966	753
HSWG	Diskrete wisk.	0,40*	Troutman	1978	123
HSWG	Analise	0,60°	Robinson	1970	65
HSWG	Analise	0,52°	Robinson	1970	49
HSVG	Analise	0,32#	Edge & Friedberg	1984	235
HSVG	Analise	0,44#	Edge & Friedberg	1984	397
HSALGI	Analise	0,27*	Prouse & Turner	1969	144
HSM	Analise	0,32*	Prouse & Turner	1969	144
HSALGII	Analise	0,26*	Prouse & Turner	1969	144
HSTRIG	Analise	0,32*	Prouse & Turner	1969	144
HSAM	Analise	0,48°	Robinson	1970	65
HSAM	Analise	0,48°	Robinson	1970	49
ALGII	Analise	0,38#	Edge & Friedberg	1984	138
ALGII	Analise	0,35#	Edge & Friedberg	1984	397

* Beduidend op die 0,01-vlak

Beduidend op die 0,05-vlak

° Beduidendheid nie gerapporteer

Die onafhanklike veranderlikes anders as HSR, HSWG en HSVG, is resultate van hoërskoolwiskundekursusse met afkortings ALG vir Algebra, TRIG vir Trigonometrie, AM vir Analitiese meetkunde en M vir Meetkunde.

McKillip (1966: 471) rapporteer 'n hoër korrelasie tussen die hoërskoolwiskundegemiddelde en 'n eerstejaarswiskundekursus teenoor die ekwivalente korrelasies van die HSR en ander veranderlikes met die afhanklike veranderlike. Prouse en Turner (1969: 440) vind eweneens dat hoërskoolpunte 'n sterker bydrae lewer tot wiskundesukses in 'n eerstejaarwiskundekursus as die HSR, skoolgrootte, geslag en ander veranderlikes. Howlett (1969: 654) bevind dat die HSR 'n groter invloed het op wiskundeprestasie in die eerste jaar as ander kognitiewe veranderlikes.

Die studie van Morgan (1970: 262) toon dat vorige wiskundeprestasie wel deur ander voorspellers geklop kan word as beste voorspeller van wiskundeprestasie op eerstejaarsvlak. In Morgan (1970) se ondersoek lewer die HSWG 'n bydrae van 27% tot die korrekte voorspelling van sukses in 'n eerstejaarswiskundekursus, terwyl die bydrae van tellings in 'n keuringstoets 34% is. Die veranderlike "aantal jare hoërskoolwiskunde geneem" se ooreenstemmende bydrae is 25%. Robinson (1970: 58) se bevindings toon dat beide HSR en HSWG hoë en beduidende korrelasies met wiskundepunte in die eerste en die tweede kwartale van die eerste jaar het. Effens swakker, maar steeds beduidende korrelasies word gekry tussen die punte van 'n spesifieke hoërskoolwiskundekursus (o.a. analitiese meetkunde) en wiskundeprestasie in die eerste jaar (die punte behaal in 'n kursus in analise). Dieselfde tendens word gevind deur Monteith (1984: 34-35) aan die PU vir CHO waar die matriekwiskundepunt van eerstejaarstudente redelik hoog korreleer met die wiskundepunt in twee wiskundekursusse in die eerste semester van die eerste jaar ($r = 0,529$ en $r = 0,595$) met swakker korrelasies in die tweede semester van die eerste jaar ($r = 0,488$ en $r = 0,324$).

In Troutman (1978) se studie na die voorspelling van prestasie in 'n eerstejaar wiskundekursus neem HSR en HSWG tweede en derde plekke in na wiskundeaanleg as beste enkele voorspellers van wiskundeprestasie in die eerste jaar. Die bevindings van Troutman (1978: 402) dat vorige akademiese prestasie en in die besonder vorige wiskundeprestasie nie noodwendig die beste voorspeller van wiskundeprestasie in die eerste jaar is nie, word bevestig deur bevindings van Edge en Friedberg (1984).

Die resultate van Edge en Friedberg (1984: 138) toon dat die prestasie in 'n algebratoets (wat tydens die eerste week van die akademiese jaar aan die universiteit afgelê is) 'n veranderlike oplewer wat die hoogste verwantskap het met wiskundeprestasie in die eerste jaar in vergelyking met ander voorspellers wat self beduidende voorspellings lewer. In die studie van Edge en Friedberg (1984) volg HSR en die punte van 'n hoërskoolalgebrakursus (HSALG) beide as tweede beste voorspellers van wiskundeprestasie in die eerste jaar.

Die navorsingsliteratuur toon dus dat vorige wiskundeprestasie in vergelyking met ander maatstawwe van vorige akademiese prestasie nie sonder meer as die beste voorspeller van wiskundeprestasie in die eerste universiteitsjaar aanvaar kan word nie. As 'n beduidende voorspeller van wiskundeprestasie in die eerste jaar word die HSR deur verskeie navorsers (Edge & Friedberg, 1984; Howlett, 1969; Brasch, 1972) hoog aangeskryf. In die lig van die betekenisvolle bydrae wat die HSR lewer in die voorspelling van eerstejaarwiskundeprestasie is dit 'n besliste leemte dat dié punt nie in Suid-Afrikaanse skole bereken word nie en gevolglik nie beskikbaar is nie.

Wat die hoërskoolvakgemiddelde (HSVG) as voorspeller van eerstejaarwiskundeprestasie betref, vind Edge en Friedberg (1984: 138) beduidende korrelasies van 0,32 en 0,44 ($p < 0,05$) vir twee groepe eerstejaarstudente. Hoewel hierdie korrelasies van dieselfde orde as dié in die geval van die HSR is, kom die HSVG nie in regressievergelykings voor nie, terwyl die HSR sterk in die vergelykings figureer.

Uit die voorafgaande blyk dit dat, hoewel daar geen eenstemmigheid bestaan oor die voortreflikheid van 'n enkele meting van vorige prestasie in die voorspelling van wiskundeprestasie in die eerste jaar nie, een of ander mate van vorige prestasie tog ingesluit moet word in die versameling van moontlike voorspellers. Vorige algemene akademiese prestasie in die onderhawige studie sal verteenwoordig word deur 'n Natuurwetenskaplik-geweegde punt met behulp van die omsettingstabel van Van Wyk en Crawford (1984) (vgl. par. 2.2.2.1). Vorige

wiskundeprestasie op sigself word deur die wiskundematrieksimbool verteenwoordig.

2.2.4 Die verband tussen aanleg en wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak

2.2.4.1 Omskrywing van aanleg

Verskeie omskrywings van die begrip "aanleg" verskyn in die navorsingsliteratuur. Volgens Gouws et al. (1979: 319) is aanleg die hoofsaaklik aangebore vermoë waardeur die individu in staat gestel word om 'n vaardigheid te bemeester of in die toekoms in 'n bepaalde taak of handeling te presteer. Vir Smit (1984: 199) verwys aanleg egter ook na verworwe potensiële onontwikkelde vermoë om sekere spesifieke bekwaamhede of vaardighede met behulp van genoegsame opleiding aan te leer. Aanleg dui dus oorwegend op 'n gereedheid om te leer of 'n leertaak met sukses te voltooi (vgl. Van der Westhuizen, 1987: 126-127 vir 'n verdere omskrywing van die begrip).

Wampler (1966) noem verskeie aanlegfaktore wat in mindere of meerdere mate verband hou met die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente.

- Induktiewe redenering, wat noodsaaklik is vir die ontdekking van wiskundige waarhede.
- Getalbeheersing, naamlik optelling, aftrekking, vermenigvuldiging en deling van getalle. (Volgens Hakstian en Woolsey, 1985: 333, 335 het numeriese vermoë of getalbeheersing 'n beduidende invloed op die wiskundeprestasie van eerstejaarmans- en damestudente).
- Algemene redenering.
- Sillogistiese (of deduktiewe) redenering, wat die vermoë meet wat veral nodig is om wiskundige bewyse suksesvol te kan doen.
- Verbale begrip is 'n moontlike faktor in wiskundige aanleg, vanweë die noodsaaklikheid om probleme in Wiskunde te kan lees en begryp.

- Ruimtelike oriëntasie, wat belangrike implikasies inhou vir prestasie in meetkunde.
- Visualisering.

Hakstian en Woolsey, (1985:335) bevind dat induktiewe redenering 'n beduidende invloed het op die wiskundeprestasie van eerstejaardamestudente. Die aanlegfaktore induktiewe redenering, getalbeheersing, sillogistiese redenering, verbale begrip en ruimtelike oriëntering verklaar 90,3% van die variansie in wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak (Wampler, 1966: 367-368).

2.2.4.2 Aanleg as voorspeller van wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak

Tellings van die Scholastic Aptitude Test (SAT) word in die VSA algemeen aangewend om die akademiese prestasie van universiteitstudente te voorspel. Beide die wiskundekomponent van die toets (SAT-W) en die verbale komponent (SAT-V) word deur navorsers gebruik vir die voorspelling van wiskundeprestasie op eerstejaarsvlak (Gussett, 1974; Brasch, 1972; Fujita & O'Reilly, 1970 en andere). Hoewel aanleg, soos gemeet met die SAT, oor die algemeen 'n goeie aanwyser van akademiese prestasie is (Bloom, 1976: 44, 45; Hills, 1964 : 155), bestaan daar egter meningsverskil oor die waarde daarvan as voorspeller van wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak.

Tabel 2.3 toon die enkelvoudige korrelasies van algemene en spesifieke aanleg met wiskundeprestasie in die eerste jaar op universiteit soos bevind in verskeie studies.

Tabel 2.3

Korrelasies van aanleg en keuringstoetsprestasie met
wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak

Veranderlike	Kriterium	Korrelasie	Navorsers(s)	Jaar	N
SAT-W	Analise	0,34°	McKillip	1966	753
SAT-W	Pre-analise	0,40*	Fujita & O'Reilly	1970	325
SAT-W	Diskrete wisk.	0,50*	Troutman	1978	123
SAT-W	VKW(X)	0,04°	Bridgeman	1982	48
SAT-W	EA(X)	0,21°	Bridgeman	1982	73
SAT-W	EA(Y)	0,26°	Bridgeman	1982	198
SAT-W	WA(X)	0,18°	Bridgeman	1982	41
SAT-W	EF(X)	0,39°	Bridgeman	1982	40
SAT-W	AN(X)	0,55°	Bridgeman	1982	19
ACT-W	Analise	0,18#	Prouse & Turner	1969	144
ACT-W	Analise	0,48°	Robinson	1970	65
ACT-W	Analise	0,39°	Robinson	1970	49
ACT-W	Algebra	0,63°	Kohler	1973	158
ACT-W	Analise	0,36#	Edge & Friedberg	1984	235
ACT-W	Analise	0,47#	Edge & Friedberg	1984	397
SAT-V	Analise	0,02°	McKillip	1966	753
SAT-V	Pre-analise	0,24*	Fujita & O'Reilly	1970	325
Logiese redenering	Algebra	0,41°	Webb	1985	17

* Beduidend op die 0,01-vlak

Beduidend op die 0,05-vlak

° Beduidendheid nie gerapporteer

VKW(X) - Voorbereidende kollegewiskundekursus in kollege X

EA(X) - Elementêre algebrakursus in kollege X

EA(Y) - Elementêre algebrakursus in kollege Y

WA(X) - Wiskundige analisekursus in kollege X

EF(X) - Elementêre funksieskursus in kollege X

AN(X) - Analisekursus in kollege X

Verskeie navorsers (McKillip, 1966; Wampler, 1966; Fujita & O'Reilly, 1970; Gussett, 1974; Troutman, 1978; Bridgeman, 1982; Webb, 1985; Boli et al., 1985: 616; Hakstian en Woolsey, 1985: 333-335) het vasgestel dat wiskundige of numeriese aanleg op sigself 'n beduidende invloed het op die wiskundeprestasie van eerstejaaruniversiteitstudente. Verbale aanleg korreleer in die algemeen swak met wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak (McKillip, 1966: 471; Fujita en O'Reilly, 1970: 245; Gussett, 1974: 954). Daarenteen bevind Hakstian en Woolsey (1985: 333, 335) dat verbale aanleg 'n beduidende invloed het op die wiskundeprestasie van eerstejaarmanstudente asook dié van -damestudente.

2.2.4.3 Die relatiewe invloed van vorige wiskundeprestasie en aanleg op die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente

Uit die navorsingsliteratuur blyk dit dat buitelandse studies wat die akademiese prestasie van eerstejaarstudente in spesifieke vakrigtings voorspel, hoofsaaklik tot die VSA beperk is.

Hierdie vergelyking staan dus teen die agtergrond van die unieke aard van Amerikaanse praktyke ten opsigte van 'n keuse van wiskundekursusse op skoolvlak, interne eksaminering op skoolvlak en die aanwending van aanlegtellings as keuringskriteria tot verdere studie.

Op die vraag of wiskundeaanleg op sigself 'n sterker invloed het op wiskundeprestasie in die eerste jaar as vorige wiskundeprestasie en ander kognitiewe veranderlikes, lewer die navorsingsliteratuur geen klinkklare antwoorde nie: Vir McKillip (1966: 471) is die HSWG 'n beter enkele voorspeller van eerstejaarwiskundeprestasie as die SAT-W, wat weer beter voorspel as die HSR. Deur middel van resultate van Troutman (1978) kan die relatiewe invloed van wiskundeaanleg teenoor vorige prestasietellings op wiskundeprestasie in die eerste jaar vergelyk word.

Tabel 2.4

Korrelasies tussen onafhanklike veranderlikes en wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak

Veranderlike	Korrelasie
IK	0,36
HSR	0,42
SAT-W	0,50
HSWG	0,40

Korrelasies is beduidend op die 0,01-vlak
Troutman (1978: 402)

Die resultate van Troutman (1978: 402) bevestig die resultate van McKillip (1966: 471) dat die SAT-W 'n beter voorspeller van eerstejaarswiskundeprestasie is as die HSR. Waar die HSWG egter die beste voorspeller in die laasgenoemde studie is, word dié plek deur die SAT-W ingeneem in die studie van Troutman.

In kombinasie lewer vorige prestasie en wiskundekaanleg goeie voorspelling vir wiskundeprestasie in die eerste jaar. Vir die voorspelling van eerstejaarsprestasie in 'n wiskundekursus het Brasch (1972: 2729A) bevind dat die SAT-W en HSR se bydrae tot die gewig van die voorspellingsvergelyking vir 'n slaag/druip-kriterium 87% is.

Webb (1985: 20) rapporteer dat logiese redeneringsvermoë 'n beduidende invloed het op wiskundeprestasie in die eerste jaar. Die rasional van Webb (1985) se studie oor die invloed van logiese redenering op die prestasie in verskeie wiskundekursusse lê in die Piaget-teorie oor formeel-operasionele denke, wat die vermoë om abstrak oor hipotetiese bewerings te redeneer veronderstel. Volgens Carpenter (1980, aangehaal deur Webb, 1985: 16), is die bereiking van hierdie denkvlak belangrik vir wiskunde-sukses op die vroeë tersiêre vlakke. Adi en Pulos (1980: 153 - 155) bevind ook dat sommige universiteitstudente intellektueel nog nie op die formeel-operasionele denkvlak aktief is nie en gevolglik probleme ondervind met die abstrakte aard van die leerstof wat op universiteit aangebied word. Die differensiële waarde van vorige prestasie en aanleg vir die voorspelling van wiskundeprestasie in die eerste jaar kan soos volg saamgevat word:

- Vorige akademiese prestasie (in besonder wiskundeprestasie) en verskeie aanlegte (in besonder daardie aanlegte wat sinvol en intuïtief met wiskundeprestasie in verband gebring kan word) behoort ingesluit te word in die aanvanklike versameling van onafhanklike veranderlikes wanneer die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente voorspel word. Hierdie tipe veranderlikes korreleer dikwels redelik hoog met die prestasie in eerstejaarswiskunde (vgl. Troutman, 1978: 402; McKillip, 1966: 471).
- Wiskundeaanlegtellings is moontlik 'n suiwerder onafhanklike veranderlike as vorige akademiese prestasietellings in dié sin dat laasgenoemde, wat as 'n kognitiewe veranderlike gereken word, deur nie-kognitiewe insette, soos belangstelling en houding teenoor die vak, beïnvloed mag word (vgl. Bloom, 1976 : 46). Hierdie toestand mag moontlik aanleiding gee tot die wisselende effektiwiteit van vorige prestasie teenoor dié van wiskundeaanlegtellings in die voorspelling van wiskundeprestasie in die eerste jaar. (Vgl. in hierdie verband die stelling van Bejar en Blew, 1981: 147-149 en Edge en Friedberg, 1984: 137 dat hoërskoolpunte-inflasie d.i. die verskynsel dat hoërskoolpunte neig om steeds hoër vlakke aan te neem, moontlik aanleiding gee tot die feit dat aanlegtellings en prestasietellings beter voorspelling van akademiese prestasie lewer as wat die geval met hoërskoolpunte is).
- 'n Kombinasie van vorige akademiese prestasietellings en aanlegtellings blyk, wat kognitiewe veranderlikes betref, goeie voorspellings van wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak te gee. Die insluiting van minstens een van hierdie veranderlikes in regressievergelykings lewer in die algemeen 'n hoër verklaring van die variansie in kriteriumtellings as wat die geval met enkele voorspellers is (vgl. Brasch, 1972: 2729A; Troutman, 1978: 402-403; Edge en Friedberg, 1984: 139).

2.2.5 Die verband tussen algemene intellektuele vermoë en wiskunde-prestasie in die eerste jaar

2.2.5.1 Omskrywing van intelligensie

Daar bestaan verskeie beskouings ten opsigte van 'n omskrywing van die begrip "intelligensie" en die verskil tussen intelligensie en aanleg. Oor die algemeen is daar eenstemmigheid oor die beskouing dat intelligensie verwys na 'n algemene, hoofsaaklik ongedifferensieerde vermoë om sekere aktiwiteite suksesvol af te handel. Die Spearman (tradisioneel Britse) teorie van intelligensie postuleer 'n tweefaktorsamestelling van intellektuele vermoëns, naamlik 'n g- of algemene faktor, en spesifieke s-faktore wat eie aan elke afsonderlike vermoë is en verskillend van ander vermoëns is of in groepe soos vereis word in sekere aktiwiteite, afsonderlik optree ten opsigte van ander groepe spesifieke vermoëns (Stanley & Hopkins, 1972: 333-334; Smit, 1984: 158-159).

'n Tweede teorie oor intelligensie word gevind in die Amerikaanse (Thurstone-geïnspireerde) denkrigting. Die teorie gaan uit van die standpunt van 'n beperkte aantal groep-faktore wat sukses in intellektuele aktiwiteit verklaar teenoor die algemene intellektuele faktor en spesifieke faktore van Spearman. Verdere navorsing deur Thurstone suggereer egter tog die bestaan van meer algemene intellektuele faktore wat die fundamentele dimensies van intellektuele vermoë beskryf (Stanley & Hopkins, 1972: 334-335; Smit, 1984: 161-162).

Afgesien van ander teorieë oor intelligensie (vgl. die driedimensionele teorie van Guilford en die hiërargiese model in Smit, 1984 : 162-165), word verskeie omskrywings in terme van die funksionele aard van intelligensie aangebied, naamlik die verklaring van intelligensie as leerproses, as aanpassingsproses of as proses van abstrakte denke.

Die verband tussen intelligensie en aanleg word gevind in die spesifieke faktore van Spearman wat met aanlegte verband hou. In sommige kringe word die begrip aanleg beskou asof dit uit die begrip intelligensie ontwikkel het (Van der Watt, 1982: 70). In hierdie opsig verwys die begrip aanleg gevolglik na spesifieke differensiële vermoëns en

intelligensie na meer algemene verstandelike vermoëns (Anastasi, 1976: 378).

2.2.5.2 Intelligensietellings as voorspeller van wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak

Resente navorsingsliteratuur bevat weinig ondersoeke waarin die voorspellingsgeldigheid van IK-tellings op die prestasie in eerstejaarswiskundekursusse bepaal is (Troutman, 1978; Hamilton, 1970; Anderson & Whittemore, 1967; Möller, 1965). IK-tellings as onafhanklike veranderlike word in die jongste tyd al hoe meer vervang deur aanlegtellings in versamelings van moontlike voorspellers in die voorspelling van algemene akademiese prestasie in die eerste jaar. Hierdie toedrag kan moontlik toegeskryf word aan die relatief hoë interkorrelasies tussen IK-tellings en aanlegtellings: Die korrelasie tussen SAT-W en die Stanford-Binet Intelligensieskaal word deur Troutman (1978: 402) bereken op 0,60. Die toenemende gebruik van aanlegtoetstellings teenoor IK-toetstellings in die voorspelling van akademiese prestasie kan verder toegeskryf word aan die multidimensionaliteit van aanlegtellings. In hierdie verband verklaar Stanley en Hopkins (1972: 352) dat hoewel intelligensietoetse waarmee 'n totale IK-telling en/of aparte verbale en nie-verbale IK-tellings verkry word, nog hoofsaaklik gebruik word om skoliere se kognitiewe paraatheid te meet, word daar al hoe meer van toetse gebruik gemaak wat 'n profiel van verskillende aanlegte weergee en om gevolglik beter te differensieer tussen spesifieke aanlegte wat verband hou met 'n besondere veld van akademiese prestasie.

Troutman (1978: 402) vind 'n lae korrelasie van 0,36 tussen IK-tellings en die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente. In hierdie studie is IK dan ook die swakste enkele voorspeller vir wiskundeprestasie in vergelyking met die HSR, SAT-W en HSWG (vgl. Tabel 2.4). In 'n Suid-Afrikaanse studie bevind Möller (1965: 7) dat intelligensietellings nie-beduidend met die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente korreleer. IK-tellings korreleer volgens resultate van Anderson en Whittemore (1967: 620) ook laag met die wiskunde-gemiddelde van

eerstejaaruniversiteitstudente ($r = 0,09$). Hamilton (1970: 236) bevind dat IK-tellings geen beduidende invloed het op die wiskundeprestasie wat eerstejaarstudente in die eerste universiteitseksamen aan 'n Britse universiteit behaal het nie.

Die lae korrelasies tussen IK-tellings en wiskundeprestasie op eerstejaarsvlak in vergelyking met dié wat tussen sekere aanlegtoets-tellings en wiskundeprestasie gevind word, is moontlik te wyte aan verskillende doelwitte wat met die twee soorte toetse beoog word: IK-toetse is ontwikkel om 'n breë, omvattende meting van 'n individu se intellektuele funksionering te verkry. Skolastiese aanlegtoetse, daarenteen, is direk toegespits op daardie vaardighede wat noodsaaklik is vir sukses in formele opvoedkundige situasies: Volgens Brown (1976: 239 - 240) is groepintelligensietoetse ontwikkel ten einde 'n steekproef van die verskeie vaardighede waaruit intellektuele vermoë bestaan te vorm. Daarenteen is daardie items wat in skolastiese aanlegtoetse voorkom, dié wat toekomstige akademiese prestasie voorspel.

Daar kan dus in voorspellingstudies verwag word dat die aard van die wiskundeprestasiekriterium 'n invloed sal hê op die voorspellingsgeldigheid van IK-tellings teenoor aanlegtoetstellings: Hoe meer gespesialiseerd of enkelvoudig die aard van die kriterium is (spesifieke subdissiplines soos algebra, analise of nie-kumulatiewe gemiddeldes van wiskundeprestasie soos individuele semesterpunte of jaarpunte) hoe beter behoort aanlegtoetstellings teenoor IK-tellings as voorspellers te vaar. Benewens aanlegtoetse en IK-toetse, kan die akademiese paraatheid van voornemende universiteitstudente ook deur gestandaardiseerde prestasietoetse (keurings/plasingstoetse) bepaal word.

2.2.6 Die verband tussen die tellings van keuringstoetse en wiskunde-prestasie op die eerstejaarsvlak

2.2.6.1 Omskrywing van keuringstoetse

Die begrip "keuringstoetse" (alternatief plasingstoetse, voortoetse) verwys na toetse wat gebruik word om studente vir toelating tot

universiteite of universiteitskursusse te keur of in spesifieke kursusse of gepaste kursusvolgordes (bv. aanvanklike remediërende kursusse of direk in gevorderde kursusse) te plaas (Dunn, 1966: 62). Keuringstoetse is gewoonlik algemeen verkrygbare gestandaardiseerde toetse (Doblin, 1978: 831) of toetse wat ontwikkel is om aan die behoeftes van individuele universiteite of departemente te voldoen (Edge & Friedberg, 1984: 137). Anders as die SAT, wat nie besonder kursusinhoudelik-gerig is nie, mag keuringstoetse wat spesifiek kursusinhoudelik-gerigte items bevat, beter voorspellings lewer van prestasie in die besondere kursus (Bridgeman, 1982: 362).

Die American College Testing Program-battery (ACT) is 'n keuringstoets wat wydverspreid oor die VSA aan universiteite gebruik word. Die ACT word, net soos die SAT, deur voornemende studente afgelê en die tellings van albei toetse is dikwels beskikbaar vir die voorspelling van akademiese prestasie aan universiteite. Die ACT-battery bestaan uit vier toetse: Bevoegdheid in Engels; Bevoegdheid in Wiskunde; Leeswerk in Sosiale Studies en Leeswerk in Natuurwetenskappe. Die gemiddelde van die vier toetse word gegee as 'n Saamgestelde telling. Die SAT lewer daarenteen drie tellings, naamlik 'n Verbale telling, 'n Wiskunde telling en 'n Totaaltelling.

Die subtoetse in die ACT is daarop gerig om prestasie te meet en beklemtoon derhalwe die toepassing van studente se bestaande vermoëns. Die ACT en SAT is dus nie ekwivalente toetse nie, aangesien verskillende inhoudsterreine betrek word en die moeilikheidsgraad van die twee toetse waarskynlik verskil. Gevolglik word die resultate van een van die toetse by spesifieke universiteite gebruik vir die voorspelling van akademiese prestasie (Brown, 1976: 319 - 320).

Verskeie ander keuringstoetse in Wiskunde of toetse met wiskundekomponente word deur universiteite en kolleges as keuringsinstrumente tot studie in Wiskunde gebruik. Onder toetse van hierdie aard waarvan die tellings in die voorspelling van universitêre wiskundeprestasie gebruik word, is die Cooperative Mathematics Tests (COOP-W), Descriptive Test of Mathematics Skills (DTMS), Mathematics

Placement Examination (MPE), Scholarship Qualifying Test (National Merit) en die Sequential Test of Educational Progress (STEP-W). Verskeie universiteite het interne keuringstoetse vir voornemende wiskundestudente daargestel: Die ALGTEST van die Illinois State University en die Michigan Technological University Advanced Placement Examination is in voorspellingstudies by die betrokke inrigtings gebruik.

2.2.6.2 Keuringstoetsprestasie as voorspeller van wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak

Tabel 2.5 toon die enkelvoudige korrelasies van keuringstoetsprestasies met wiskundeprestasie in die eerste jaar op universiteit soos dit deur verskeie navorsers verkry is.

Tabel 2.5

Korrelasies tussen tellings van keurings- en prestasietoetse en wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak

Veranderlike	Kriterium	Korrelasie	Navorsers(s)	Jaar	N
ACT-E	Analise	0,11#	Prouse & Turner	1969	144
ACT-E	Analise	0,29°	Robinson	1970	65
ACT-E	Analise	0,01°	Robinson	1970	49
ACT-E	Analise	0,25#	Edge & Friedberg	1984	235
ACT-E	Analise	0,27#	Edge & Friedberg	1984	397
ACT-SAAM	Analise	0,16#	Prouse & Turner	1969	144
ACT-SAAM	Algebra	0,53°	Kohler	1973	158
ACT-SAAM	Analise	0,30#	Edge & Friedberg	1984	235
ACT-SAAM	Analise	0,38#	Edge & Friedberg	1984	397
CEEB-W	Analise	0,34°	McKillip	1966	753
STEP-W	Pre-analise	0,30*	Fujita & O'Reilly	1970	325
COOP-W	Pre-analise	0,42*	Fujita & O'Reilly	1970	325
DTMS-E1-alg.	VKW(X)	0,41°	Bridgeman	1982	48
DTMS-E1-alg.	EA(X)	0,46°	Bridgeman	1982	73
DTMS-E1-alg.	EA(Y)	0,47°	Bridgeman	1982	198
DTMS-Int-alg.	WA(X)	0,52°	Bridgeman	1982	41
DTMS-Int-alg.	EF(X)	0,37°	Bridgeman	1982	40
DTMS-Int-alg.	AN(X)	0,75°	Bridgeman	1982	19
ALGTEST	Analise	0,55#	Edge & Friedberg	1984	235
ALGTEST	Analise	0,61#	Edge & Friedberg	1984	397
SKILL	Analise	0,53#	Edge & Friedberg	1984	397
CONCEPT	Analise	0,45#	Edge & Friedberg	1984	397

* Beduidend op die 0,01-vlak

Beduidend op die 0,05-vlak

° Beduidendheid nie gerapporteer

VKW(X) - Voorbereidende kollegewiskundekursus in kollege X

EA(X) - Elementêre algebrakursus in kollege X

EA(Y) - Elementêre algebrakursus in kollege Y

WA(X) - Wiskundige analisekursus in kollege X

EF(X) - Elementêre funksieskursus in kollege X

AN(X) - Analisekursus in kollege X

McKillip (1966: 471), Passons (1967: 1144), Prouse en Turner (1969: 440), Shevel en Whitney (1969: 899), Fujita en O'Reilly (1970: 245), Robinson (1970: 58), Tatham en Tatham (1971: 518), Kohler (1973: 931), Bridgeman (1982: 364) en Edge en Friedberg (1984: 138) vind relatief sterk verwantskappe tussen wiskundekeuringstoetstellings en wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak. In sommige studies vaar die keuringstoetstellings net so goed of selfs beter as HSR, HSWG of wiskundeaanlegtellings as enkele voorspellers van wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak (vgl. McKillip, 1966: 471; Fujita & O'Reilly, 1970: 245; Bridgeman, 1982: 364; Edge & Friedberg, 1984: 138). Volgens Bridgeman (1982 : 365-366), kan sy bevinding dat die SAT-W oorskadu word deur keuringstoetstellings in die voorspelling van wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak, verklaar word deur 'n groter mate van soepelheid wat in keuringstoetse ingebou kan word na die eise van die besondere omstandighede waarbinne die toets aangewend word, gesien teen die aard van die SAT-W. Die vakinhoudelike aard van keuringstoetse teenoor die meer algemene wiskundige redeneringsvermoë wat deur die SAT-W gemeet word, lei moontlik tot beter voorspelling deur keuringstoetse.

Saamgestelde tellings van die ACT het soos in die geval met verbale aanlegtellings in die algemeen laer korrelasies met wiskundeprestasie in die eerste jaar as vorige wiskundeprestasie, hoërskoolrangorde en die wiskundetellings wat in dieselfde toets gemeet is (Lins et al., 1966: 25), hoewel saamgestelde tellings by damestudente beter voorspel as 'n hoërskoolpunt in Wiskunde (Shevel en Whitney, 1969 : 899; Prouse en Turner, 1969 : 440; Kohler, 1973 : 931).

Uit die voorafgaande bespreking kan afgelei word dat die verband tussen die tellings van wiskundekeuringstoetse en wiskundeprestasie in die eerste jaar in verskeie studies as beduidend bevind is. Die gebruik van goedbeplande wiskundekeuringstoetse wat die unieke omstandighede van individuele universiteite reflekteer, word deur hierdie resultate aangemoedig.

2.2.7 Samevatting: Tendense in die invloed van kognitiewe veranderlikes op wiskundeprestasie in die eerste jaar

- Die mees dramatiese aspek betreffende die verskillende voorspellingstudies ten opsigte van wiskundeprestasie in die eerste jaar aan universiteite is die afwesigheid van 'n uitstaande en algemeen aanvaarde enkelvoorspeller van wiskundeprestasie in die eerste jaar (vgl. korrelasies in Tabel 2.3 tot 2.5). Voorspellers wat puik vertoon in sommige studies het in ander studies beduidend swakker invloed op wiskundeprestasie in die eerste studiejaar. As redes hiervoor kan die verskeidenheid in afhanklike veranderlikes (vgl. Tabel 2.3 tot 2.5), verskille in die meting van wiskundeprestasie aan verskillende universiteite en verskille in die milieu van verskillende universiteite aangevoer word.
- Hoewel vorige prestasie in Wiskunde om klaarblyklike redes ingesluit behoort te word in enige aanvanklike versameling van moontlike voorspellers vir wiskundeprestasie in die eerste universiteitsjaar, moet die bedenkinge van navorsers soos Edge en Friedberg (1984: 137) oor die objektiewe waarde daarvan, gerugsteun deur hul resultate, in gedagte gehou word. Dit is naamlik dat die hoërskoolwiskundepunte van voornemende wiskundestudente só eenvormig hoog is dat dit beswaarlik betekenisvol kan onderskei tussen belowende en hoë-risiko-gevalle.
- Die gereelde voorkoms van analise (differensiaal- en integraalrekening) as subdissipline van Wiskunde in voorspellingstudies ten opsigte van die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente (vgl. Tabel 2.3 tot 2.5) dui waarskynlik daarop dat dié vakrigting ook in die buiteland, net soos in die RSA, vir die meeste eerstejaarstudente 'n hoë hekkie is. Die soektog na onafhanklike veranderlikes wat die variansie van analiseprestasie betekenisvol kan verklaar blyk dus meer intensief te wees as wat die geval met die ander tradisionele eerstejaarskursusse, naamlik algebra, trigonometrie, analitiese meetkunde en pre-analise-kursusse is.

- Hoewel kognitiewe veranderlikes dus goeie voorspellers van wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak is, word die variansie van wiskundeprestasie in die eerste jaar nie voldoende verklaar deur hierdie faktore nie. Die volgende resultate toon die persentasies van die variansie in die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente wat deur verskeie navorsers met behulp van slegs kognitiewe faktore verklaar word: Volgens Troutman (1978: 403) word 37% van die variansie verklaar deur hoërskoolgemiddelde, hoërskoolrangorde, wiskunde-aanleg en intelligensie; in die studie van Edge en Friedberg (1984: 139) word hoogstens 36% van die variansie in wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak verklaar met voorspellingsmodelle waarin keuringstoetstellings (ACT-W en ACT-E) en hoërskoolrangorde as onafhanklike veranderlikes gebruik word; Morgan (1970: 261) verklaar slegs 42,3% van die variansie in wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak met behulp van keuringstoetstellings, hoërskool-wiskundeprestasie en ouderdom; Pines (1981: 1141) verklaar ongeveer 35% vir damestudente en ongeveer 31% vir manstudente deur wiskunde-aanleg, hoërskool wiskundegemiddelde, hoërskoolwiskunde-ervaring en die algemene hoërskool (nie-wiskundige) akademiese prestasie; Fujita en O'Reilly (1970: 245) verklaar slegs 27% deur middel van wiskunde-keuringstoetstellings, wiskundeaanleg, verbale aanleg en geslag en Bridgeman (1982 : 365) kan slegs 26% van die variansie in die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente met keuringstoetstellings, hoërskool-wiskundepunte in algebra en wiskundeaanleg verklaar.

2.3 Die verband tussen nie-kognitiewe veranderlikes en akademiese prestasie in Wiskunde op universiteitsvlak

2.3.1 Inleiding

In hierdie paragraaf word die navorsing oor die verband tussen nie-kognitiewe veranderlikes en die wiskundeprestasie van hoofsaaklik eerstejaaruniversiteitstudente bespreek. In die meeste navorsing op hierdie gebied word die invloed van 'n enkele konstruk op die wiskundeprestasie van universiteitstudente bestudeer.

Aiken, (1970(a)), 1976); Whipkey, (1969); Carlson, (1970); Fenneman, (1973); Ernest, (1976); en Watson, (1983) het die invloed van houdings teenoor Wiskunde op die wiskundeprestasie van universiteitstudente bestudeer. Richardson en Suinn, (1972); Morris et al. (1978); Towle en Merrill, (1975); Brush, (1978); Betz, (1978); Rounds en Hendel, (1980(b)); Tobias en Weissbrod, (1980); Armstrong, (1981); Plake en Parker, (1982); Resnick et al. (1982); Dew et al. (1983); Frary en Ling, (1983); Clute, (1984) en in die RSA, Visser, (1983, 1985(a)) en Van Niekerk, 1986, het navorsing gedoen oor die invloed van wiskundeangas op die wiskundeprestasie van skoolleerlinge en universiteitstudente.

Die mate waarin attribusies van sukses of mislukking in Wiskunde die wiskundeprestasie van universiteitstudente op die eerstejaarsvlak veral beïnvloed, is deur Choroszy et al. (1984), Powers et al. (1984) en Van Niekerk (1986) nagevors.

Geslagsverskille in wiskundeprestasie op universiteitsvlak en die moontlike oorsake van sodanige verskille is deur Ernest, (1976); Sells, (1978); Kirschner, (1982); Boli et al. (1985); Ethington en Wolfle, (1986); Benbow en Stanley, (1980) en Fulkerson et al., (1984) onder die soeklig geplaas.

In verskeie studies word kognitiewe en nie-kognitiewe veranderlikes met mekaar vergelyk ten opsigte van hul korrelasies met wiskundeprestasie aan universiteite (Fenneman, 1973; Boli et al. 1985; Ethington & Wolfle, 1986; Wilson, 1973; Edwards, 1972(b); Edge & Friedberg, 1984 en andere). Die resultate van hierdie studies moedig die gebruik van nie-kognitiewe veranderlikes naas kognitiewe veranderlikes aan in voorspellingstudies ten opsigte van die wiskundeprestasie van universiteitstudente.

In sommige studies word studentegroepe vir navorsingsdoeleindes uit verskillende jaargroepe saamgestel, sodat die invloed van sekere nie-kognitiewe faktore op wiskundeprestasie nie vir studiejaargroepe nie maar vir 'n verteenwoordigende steekproef van alle universiteitstudente bepaal word.

Relevante nie-kognitiewe veranderlikes wat in resente navorsing met wiskundeprestasie aan universiteite in verband gebring word, word vervolgens bespreek. Paragraaf 2.3.2 word gewy aan die invloed van houding teenoor Wiskunde op wiskundeprestasie aan universiteite. Onder die houdings teenoor Wiskunde word die invloed van wiskundeangs, selfvertroue in wiskundesukses, belangstelling in Wiskunde en motivering op wiskundeprestasie aangedui. Die invloed van introversie/ekstroversie en neurotisme op wiskundeprestasie op universiteitsvlak word in 2.3.3 bespreek en ten slotte volg die invloed van studiegewoontes en -houdings op wiskundeprestasie op universiteit.

2.3.2 Die invloed van houding teenoor Wiskunde op wiskundeprestasie in die eerste jaar

2.3.2.1 Omskrywing van die begrip houding teenoor Wiskunde

Die begrip "houding teenoor Wiskunde" is 'n multidimensionele verskynsel wat volgens Sandman (1980 : 148) die volgende konstrukte omvat:

- 'n Student se siening aangaande die onderrigkwaliteite van die persoon wat wiskundeonderrig verskaf;
- wiskundeangs, die ongemak wat studente ondervind in die teenwoordigheid van wiskundige aktiwiteite;
- 'n student se siening van die nut van wiskundige kennis in die samelewing;
- 'n student se selfbeeld aangaande sy eie vaardigheid in Wiskunde;
- die genot wat 'n student put uit betrokkenheid met wiskundige aktiwiteite, en

- die motivering van 'n student in Wiskunde, dit wil sê 'n begeerte om meer in Wiskunde te vermag as wat algemeen as voldoende aanvaar word.

Uit die literatuur blyk dit dat die pogings van navorsers om die konstruk wiskundeangs te definieer, die omvang en verspreiding daarvan vas te stel en die nut van wiskundeangstellings vir voorspellingsdoeleindes te bepaal, gepaard gaan met 'n geleidelike afname van studies waarin die invloed van houdings teenoor Wiskunde op wiskundeprestasie bestudeer word. 'n Moontlike ekwivalensie tussen lae (alternatief hoë) tellings op 'n wiskundeangsskaal, 'n positiewe (negatiewe) houding teenoor Wiskunde en die invloed daarvan op wiskundeprestasie aan universiteite word vervolgens bespreek.

Aiken (1970(b): 29) beweer dat, hoewel wiskundeangs en houding teenoor Wiskunde blykbaar verwant is, die fisiologiese en emosionele effek van 'n houding swakker is. Jackson (1968, aangehaal deur Aiken, 1970(b): 28) bevind dat slegs hoogs positiewe of hoogs negatiewe houdings 'n invloed het op akademiese prestasie, terwyl intellektuele vermoë 'n sterker bepaler van die akademiese prestasie van individue in die meer matige houdingsrangordes is. Die bevindings van Jackson hierbo blyk 'n bevestiging te wees van 'n aanduiding in die studie van Cristantiello (1962), naamlik dat wiskundige vermoë 'n minder belangrike bepaler is van die wiskundeprestasies van studente wat meer uiterse houdings teenoor Wiskunde toon (Cristantiello, 1962: 186). Die moontlikheid dat wiskundeangs 'n manifestasie van 'n hoogs negatiewe houding teenoor Wiskunde wat veral in evalueringomstandighede 'n beduidende invloed op wiskundeprestasie het, kon nie in die literatuur gevind word nie.

Waar houdingstellings gebruik word in die voorspelling van wiskundeprestasie op voorgraadse vlak op universiteit, word "klein maar beduidende" positiewe verwantskappe verkry (Whipkey, 1969: 3808A). Die studies van Edwards (1972(b): 159) en Fenneman (1973: 7101A) toon egter dat houdings teenoor Wiskunde geheel en al oorskadu word deur kognitiewe veranderlikes (HSV, keuringstoetstellings) in die voorspelling van wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak. Die

voorspellingswaardes van spesifieke konstrukte wat onder houdings teenoor Wiskunde ingesluit kan word, word vervolgens bespreek.

2.3.2.2 Die invloed van wiskundeangs op wiskundeprestasie in die eerste jaar

Wiskundeangs word omskryf as 'n willekeurige en iniberende vrees of 'n algehele geestelike ontwrigting wat sommige individue oorval in situasies waarby Wiskunde betrokke is of wanneer wiskunde probleme opgelos moet word (Tobias & Weissbrod, 1980: 65; Visser, 1985(b): 133). Die toestand word as een van die grootste oorsake van wiskunde vermyding voorgehou en het na bewering 'n groter invloed op die vroulike geslag se deelname aan en prestasie in Wiskunde as op dié van mans (Sells, 1978: 28; Tobias & Weissbrod, 1980: 63).

Hoewel die navorsingsliteratuur suggereer dat wiskundeangs wel beduidend verwant is aan wiskundeprestasie op tersiêre vlak, wys die soms groot verskille in die wiskundeangstellings aan verskillende universiteite (Morris et al. 1978; Brush, 1978; Clute, 1984; Suinn et al. 1972) daarop dat die verspreiding en intensiteit van angsvlakke van inrigting tot inrigting verskil en dat veralgemenings daardeur bemoeilik word. Rounds en Hendel (1980(a): 147) rapporteer talle ondersoekte waarvolgens verskeie aspekte betreffende wiskundeangs op die voorgrond geplaas word:

- Wiskundeangs is nie slegs tot damestudente beperk nie, maar kom algemeen voor by studente wat swak voorberei is vir wiskundestudie.
- Die groot verskil tussen die aantal manstudente en damestudente wat inskryf vir wiskundekursusse word beter beskryf deur meer gevestigde en kompakte konstrukte as wiskundeangs.
- Metings van wiskundeangs lewer nie dieselfde mate van verhoging in voorspellingseffektiwiteit in kombinasie met wiskundeaanlegtoetse en wiskundeprestasietoetse as wat die geval is met metings van eksamenvrees, houdings teenoor Wiskunde, selfskatting van vermoë, vorige wiskundeprestasie en wiskunde paraatheid nie.

- Vermindering van wiskundeang is nie verwant aan 'n verhoging in wiskundeprestasie nie.
- Tellings van wiskundeangsvlakke dra op sigself min by tot die voorspelling van wiskundeprestasie.
- Die verwantskap tussen metings van wiskundeang en metings van eksamenvrees en houdings teenoor Wiskunde is van gemiddeld tot hoog.

Volgens Fulkerson et al. (1984: 381) is die verwantskap tussen wiskundeang en wiskundeprestasie in dieselfde orde as dié tussen toetsang en wiskundeprestasie (Galassi et al. 1984), naamlik laag tot gemiddeld, maar nooit besonder hoog nie. Verskeie navorsers (Aiken, 1970(a), 1970(b), 1976; Richardson & Suinn, 1972; Szetela, 1973) kon wel vasstel dat hoë prestasie in Wiskunde gepaard gaan met 'n lae manifestasie van wiskundeang vanaf die laerskoolvlak tot op universiteitsvlak. Wiskundeang en faktore wat uit wiskundeangsmetings geïdentifiseer kan word (toetsang, ang vir syfers) het 'n beduidende invloed op wiskundeprestasie in die eerste studiejaar (Rounds & Hendel, 1980(a): 144-145). Richardson & Suinn (1972), Sherman & Fennema (1977), Clute (1984), Suinn et al. (1972) vind dat hoër prestasie in Wiskunde op eerstejaarsvlak beduidend verwant is aan laer vlakke van wiskundeang. Resultate van Resnick et al. (1982: 41) toon egter dat wiskundeangstellings bydraes van slegs 0,015 tot 0,019 in die teenwoordigheid van aanlegtellings en hoërskoolrangorde tot bepaaldheidskoeffisiënte in meervoudige regressies ten opsigte van eerstejaarwiskundepunte lewer.

2.3.2.3 Die invloed van selfvertroue op wiskundeprestasie in die eerste jaar

Selfvertroue in eie vermoë om Wiskunde te kan baasraak het 'n beduidende invloed op wiskundeprestasie (Fennema & Sherman, 1977: 64). Gevolglik sal diegene met 'n hoë vlak van selfvertroue in Wiskunde beter presteer in Wiskunde (Clute, 1984: 56). Wiskundeang en selfvertroue in

Wiskunde is sterk en negatief verwant (Fennema & Sherman, 1976, gerapporteer in Clute, 1984: 56), wat daarop dui dat 'n lae presentering van wiskundeangs verband hou met 'n hoë mate van selfvertroue in Wiskunde. Studente met hoë selfvertroue in Wiskunde neig volgens Reyes (1980, gerapporteer in Clute, 1984: 57), om meer dikwels interaksies met hul wiskundedosente te hê as wat die geval is met studente met 'n lae vlak van selfvertroue om Wiskunde suksesvol te kan bemeester.

2.3.2.4 Die invloed van selfkonsep op wiskundeprestasie in die eerste jaar

Volgens Calhoun en Acocella (1978: 77) word die begrip "selfkonsep" omskryf as 'n mens se psigiese selfportret. Drie komponente, naamlik selfkennis, selfverwagtings en selfevaluering kan in hierdie selfbeeld onderskei word. Edge en Friedberg (1984: 137-138) vind egter geen beduidende verwantskappe tussen die algemene selfkonsep van studente ten opsigte van akademiese vermoë en spesifieke selfkonsep ten opsigte van wiskundevermoë op die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente nie.

2.3.2.5 Die invloed van belangstellings op wiskundeprestasie in die eerste jaar

Die begrip "belangstelling" word deur Gouws et al. (1979: 32) omskryf as "'n houding wat meebring dat die individu voorkeur gee aan bepaalde aktiwiteite en objekte. Dit gaan gepaard met die gevoel dat die betrokke objek, saak of aktiwiteit waardevol of betekenisvol is. Verder impliseer dit 'n toestand van motivering of ingesteldheid wat gedrag in 'n bepaalde rigting, of na 'n bepaalde doelstelling lei". Röth (1982: 6) sien belangstelling as "'n redelik konstante strewe, dryfkrag of neiging wat vir die individu van waarde is, of omrede dit aan die vervulling van 'n bepaalde behoefte voldoen".

Navorsingsresultate ten opsigte van akademiese prestasie op universiteitsvlak suggereer volgens Lavin (1965) dat belangstellings nie beduidend verwant is aan die prestasie van studente wat professionele (d.i. beroepsgerigte) kurrikula volg nie. Dié toedrag is moontlik daaraan

toe te skryf dat inskrywing in 'n professionele kurrikulum 'n hoë vlak van belangstelling in die professionele rigting veronderstel, met 'n gevolglike kleiner mate van variansie van akademiese prestasie wat deur die spesifieke belangstelling verklaar kan word. In die geval van studente wat vir algemene kursusse ingeskryf is, kan belangstellings egter meer bruikbare voorspellers wees (Lavin, 1965: 71). Van der Watt (1982: 100) vind beduidende korrelasies van 0,20 tot 0,36 tussen natuurwetenskaplike belangstellings en die akademiese prestasie van ingenieurstudente. Volgens Edwards (1972(b): 157, 159) bestaan daar egter 'n lae korrelasie van 0,05 tussen belangstelling in Wiskunde en wiskundeprestasie in die eerste jaar. Teen die agtergrond van beduidende korrelasies van die tellings van 'n leestoets, 'n sintoets en 'n wiskundetoets met wiskundeprestasie in die eerste jaar in die studie van Edwards, vaar belangstelling in Wiskunde swak as voorspeller van wiskundeprestasie in die eerste jaar. Volgens navorsingsresultate van Hamilton (1970: 237) het belangstellings tog 'n beduidende korrelasie met die wiskundeprestasie van Britse eerstejaarstudente in die eerste universiteitseksamen in die vak.

In navorsing waarin die verwantskap tussen belangstelling in Wiskunde en wiskundeangsg bepaal word (Resnick et al. 1982: 41, 46) word klein maar beduidend negatiewe verwantskappe tussen wiskundeangsg en belangstelling in Wiskunde gevind. Studente met groter belangstelling in Wiskunde behoort dus na aanleiding van die resultate van Resnick et al. (1982) laer vlakke van wiskundeangsg te hê.

Belangstelling in Wiskunde diskrimineer volgens Carlson (1970: 3768A) swak tussen studente wat Wiskunde aanvanklik as hoofvak kies en daarmee volhou teenoor studente wat na ander hoofvakke oorskakel. Die resultate toon verder dat HSWG en houding teenoor Wiskunde wel beduidend diskrimineer tussen diegene wat volhou/nie volhou nie met Wiskunde as hoofvak. Die invloed van belangstelling in Wiskunde, in verwante of ander velde op wiskundeprestasie in die eerste jaar behoort egter deegliker nagevors te word voordat spesifieke gevolgtrekkings gemaak kan word.

2.3.2.6 Die invloed van motivering op wiskundeprestasie in die eerste jaar

Motivering in Wiskunde word volgens Sandman (1980: 148) gemeet aan 'n student se begeerte om meer Wiskunde te doen as dit wat in die wiskundeklas vereis word. Wat die algemene akademiese prestasie in die eerste jaar betref, bevind Dunham (1973: 70 - 71) dat prestasie-motivering 'n beduidende invloed op gemiddelde punte het. Die resultate toon dat die verwantskap tussen motivering en akademiese prestasie op die eerstejaarsvlak selfs vergelykbaar is met dié van die Amerikaanse SAT in die voorspelling van akademiese prestasie in die eerste jaar.

Fennema en Sherman (1977: 64) vind 'n relatief hoë korrelasie ($r = 0,60$; $p < 0,01$) tussen motivering of bereidheid om Wiskunde aan te durf ('effectance motivation') en die wiskundeprestasie van dogters in die finale jaar op hoërskool. Wat seuns in die finale jaar op hoërskool betref, is die korrelasie heelwat laer ($r = 0,27$; $p < 0,05$). Op grond van hierdie resultate is dit moontlik dat een of ander maatstaf van motivering vir studie in Wiskunde van waarde mag wees in die voorspelling van wiskundeprestasie in die eerste universiteitsjaar.

2.3.2.7 Die invloed van introversie/ekstroversie en neurotisme op wiskundeprestasie in die eerste jaar

As gevolg van die geringe aantal studies waarin die invloed van introversie/ekstroversie en neurotisme op wiskundeprestasie aan universiteite nagevors is, word die invloed van dié faktore op algemene akademiese prestasie en prestasie in die natuurwetenskappe op universiteit ook gerapporteer.

Die mate waarin die algemene akademiese prestasie van universiteitstudente deur introvertiewe of ekstrovertiewe gedrag en vlakke van neurotisme beïnvloed word, is deur verskeie navorsers ondersoek. Kline (1966: 93) vind geen beduidende verwantskappe tussen neurotisme en akademiese prestasie nie. Ekstroversie korreleer egter beduidend en positief met eksamensukses. Resultate van Entwistle en Entwistle (1970: 139-140) suggereer 'n akademiese superioriteit van introverte (waar dit gepaard gaan met goeie studiemetodes) ten opsigte

van eerstejaarsprestasië, asook geen verwantskap tussen neurotisme en akademiese prestasië nie. Smithers en Batcock (1970) rapporteer eweneens 'n beduidende verwantskap tussen introversie en hoogstaande prestasië in die sosiale wetenskappe. Daarenteen word geen verband tussen neurotisme en akademiese sukses in die sosiale wetenskappe gevind nie, maar 'n suggestie van 'n positiewe verwantskap tussen neurotisme en akademiese sukses in die mediese wetenskappe. Lavin (1967) en Entwistle en Entwistle (1970 : 152-153) rapporteer ook dat introversie positief verwant is aan akademiese prestasië op universiteitsvlak.

By eerstejaar-B.Sc.-manstudente in die RSA gaan hoë akademiese prestasië, volgens Smit (1971), gepaard met introvertiewe gedragpatrone, maar nóg introversie nóg ekstroversie het 'n beduidende invloed op die akademiese prestasië van eerstejaar-B.Sc.-damestudente. Steyn (1971) vind ook by eerstejaar-ingenieurswese-studente ter plaatse dat hoë akademiese prestasië gepaard gaan met introvertiewe gedrag. Resultate deur Brennan en Entwistle, gerapporteer deur Entwistle (1972), toon dat suksesvolle natuurwetenskapstudente introverte is. Op grond van die navorsingsliteratuur blyk dit geregverdig om te aanvaar dat suksesvolle akademiese prestasië in Wiskunde in die eerste universiteitsjaar met eerder introvertiewe as ekstrovertiewe gedragpatrone gepaard gaan. Min ondersoek is raakgeloop waarin die invloed van neurotisme op wiskundeprestasië bepaal is. Möller (1965: 8) bevind dat neurotisme 'n nie-beduidende en ekstroversie 'n beduidende negatiewe invloed het op die wiskundeprestasië van eerstejaaruniversiteitstudente in die RSA.

Hoewel Aiken (1976: 297) van mening is dat angsvlakke en introversie/ekstroversie op mekaar inwerk, vind Resnick et al. (1982: 41) 'n nie-beduidende verwantskap tussen wiskundeangst en introversie/ekstroversie. Dit is gevolglik nie duidelik of wiskundeangst gepaard gaan met introvertiewe of met ekstrovertiewe gedrag nie.

2.3.3 Die invloed van studiemetodes en -houdings op wiskundeprestasie in die eerste jaar

Weigel en Weigel (1967: 79) vind 'n hoë korrelasie tussen die akademiese prestasie van eerstejaarmanstudente en hul kennis van studiegewoontes en -houdings ($r = 0,859$), maar 'n veel kleiner korrelasie by damestudente ($r = 0,098$). Die graad van ooreenkoms tussen kennis en gebruik van studievaardighede en -gewoontes, lewer op sigself egter geen bydrae tot die voorspelling van akademiese prestasie nie, en 'n onbelangrike bydrae tot voorspelling wanneer dit in kombinasie met aanlegtellings gebruik word (Weigel & Weigel, 1967: 79). Hierteenoor bevind Lin en McKeachy (1970: 308) dat die studiegewoontes van studente 'n beduidende bydrae lewer tot akademiese prestasie, veral by damestudente. Studente met goeie studiegewoontes behaal byna sonder uitsondering beduidende hoër punte as diegene met swak studiegewoontes. Die laasgenoemde resultaat kom ooreen met bevindings van Desiderato en Koskinen (1969: 164). In die lig van die bostaande resultate, kan verwag word dat die wiskundeprestasie van eerstejaaruniversiteitstudente positief beïnvloed word deur goeie studiegewoontes en -houdings.

2.3.4 Samevatting: Die invloed van nie-kognitiewe veranderlikes op wiskundeprestasie in die eerste jaar

Die navorsingsliteratuur toon die volgende algemene tendense in die invloed van nie-kognitiewe veranderlikes op die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente:

- Die aantal studies van die invloed van nie-kognitiewe veranderlikes (veral houding teenoor Wiskunde en wiskundeangs) op die wiskundeprestasie van universiteitstudente (vgl. 2.3.2 en 2.3.3) het in die jongste dekade toegeneem. Origens blyk dit dat min navorsing gedoen word oor die invloed van ander nie-kognitiewe veranderlikes op die wiskundeprestasie van universiteitstudente.
- Op sigself lewer nie-kognitiewe veranderlikes oor die algemeen geen uitstaande hoë korrelasies met wiskundeprestasie in die eerste jaar

nie en speel selfs geen vername rol in regressievergelykings (vgl. Edge & Friedberg, 1984: 138-139) in vergelyking met dié van kognitiewe veranderlikes nie. Die leemte in navorsing waarin kognitiewe en nie-kognitiewe veranderlikes in kombinasie gebruik word om wiskundeprestasie in die eerste jaar te voorspel verhoed 'n algemene gevolgtrekking oor die nut van nie-kognitiewe veranderlikes in voorspellingstudies. Navorsingsresultate suggereer egter dat kognitiewe veranderlikes, veral vorige wiskundeprestasie, hoërskoolrangorde en wiskundeaanleg steeds uitstyg bo nie-kognitiewe veranderlikes as voorspellers van wiskundeprestasie in die eerste jaar op universiteit.

- Onderlinge korrelasies van tellings van verskeie nie-kognitiewe konstrunkte (wiskundeang/toetsang, wiskundeang/ang vir syfers, wiskundeang/negatiewe houding teenoor Wiskunde, lae belangstelling in Wiskunde/negatiewe houding teenoor Wiskunde) is in die meeste gevalle bogemiddeld hoog. Dit blyk dat navorsers nie volkome daarin geslaag het om betroubare en geldige instrumente vir ware eendimensionele meting van konstrunkte soos wiskundeang, houding teenoor Wiskunde, motivering in Wiskunde, belangstelling in Wiskunde en selfvertroue in Wiskunde daar te stel nie.

2.4 Geslagsverskille in wiskundeprestasie en in faktore wat wiskundeprestasie in die eerste jaar beïnvloed

2.4.1 Inleiding

Hoewel geslagsverskille in die akademiese prestasie van universiteitstudente reeds intensief nagevors is, gaan die navorsing oor geslagsverskille in die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente gepaard met emosionele uitsprake en teenstrydige resultate. Die intensiewe navorsing oor faktore wat die oënskynlike swakker wiskundeprestasie in en vermyding van Wiskunde by skoolmeisies en damestudente tot gevolg het, herinner sterk aan die oplewing in navorsing in die VSA waartydens die Amerikaanse SAT as 'n effektiewe toelatingsinstrument tot tersiêre onderwys bevraagteken is (vgl. Slack & Porter, 1980(a): 171-172,

1980(b)). In die bespreking wat volg, word aandag gegee aan geslagsverskille in wiskundeprestasie op hoërskool (2.4.2) en universiteit (2.4.3), geslagsverskille in kognitiewe veranderlikes (2.4.4) en in nie-kognitiewe veranderlikes (2.4.5) wat die wiskundeprestasie van mans- en damestudente in die eerste jaar verskillend mag beïnvloed.

2.4.2 Geslagsverskille in wiskundeprestasie op hoërskool

Navorsingsresultate dui op duidelik waarneembare geslagsverskille in hoërskool wiskundeprestasie in die guns van seuns (Cramer, 1974; Visser, 1985(b)). Hoewel Benbow bevind dat seuns in die geval van top-presterende leerlinge in die VSA beter vaar in Wiskunde as dogters (Anon., 1986: 24), toon die resultate van Monteith (1987: 53) dat daar nie 'n verskil in die wiskundeprestasie van top-presterende seuns en dogters op matriekvlak in die Oranje Vrystaat is nie.

Resultate wat volg op die toepassing van die Sequential Test of Educational Progress (Wiskunde) en die School and College Ability Test (Kwantitatief) toon dat geslagsverskille in wiskundeprestasie toeneem met ouderdom, met seuns wat beter presteer as dogters (Hilton & Berglund, 1974: 233). Benbow en Stanley (1980) het in die VSA oor 'n tydperk van agt jaar (1972 - 1979) groot geslagsverskille ten gunste van seuns tussen die wiskundevermoëns van begaafde hoërskoolseuns en -dogters met identiese formeel-opvoedkundige agtergrond gevind. Die ondersoekers kom tot die gevolgtrekking dat geslagsverskille in wiskundeprestasie en in houding teenoor Wiskunde getuig van 'n moontlike superieure wiskundige vermoë by seuns (vgl. ook Anon., 1986: 24). Geslagsverskille in wiskundige redeneringsvermoë wat reeds vroeg in die hoërskool te voorskyn kom, dra ook by tot geslagsverskille in wiskundeprestasie in die hoërskool (Benbow & Stanley, 1982: 617).

2.4.3 Geslagsverskille in wiskundeprestasie in die eerste jaar

Twee standpunte oor geslagsverskille in wiskundeprestasie op die eerstejaarsvlak kom in die navorsingsliteratuur voor. Fujita en O'Reilly (1970) bevind dat daar 'n lae, maar beduidende verwantskap ($r = 0,22$ met $p < 0,01$) tussen geslag en prestasie in eerstejaarswiskunde is, terwyl Frary en Ling (1983: 991) 'n feitlik identiese korrelasiekoëffisiënt van $r = 0,21$ ($p < 0,05$) tussen geslag en wiskundeprestasie op universiteit verkry.

Edge en Friedberg (1984: 137, 140) vind egter, net soos Boyce (1964: 420) twintig jaar vroeër, dat korrelasies tussen geslag en prestasie in Wiskunde op eerstejaarsvlak onbeduidend is. Fulkerson et al. (1984) vind ook geen beduidende geslagsverskille met betrekking tot wiskundeprestasie op voorgraadse universiteitsvlak nie. Boli et al. (1985: 613-615) vind dat wanneer die wiskundeagtergrond van eerstejaarstudente in ag geneem word, daar geen beduidende geslagsverskille in eerstejaarwiskundeprestasie is nie.

2.4.4 Die verband tussen kognitiewe verskille en geslagsverskille in eerstejaarswiskundeprestasie

2.4.4.1 Die invloed van geslagsverskille in vorige wiskundeprestasie op wiskundeprestasie in die eerste jaar

Lins et al. (1966 : 25) bevind dat die hoërskoolwiskundeprestasie en klasrangorde albei 'n groter invloed het op die eerstejaarswiskundeprestasie van damestudente as dié van manstudente. Edge en Friedberg (1984: 137, 140) vind egter dat beide geslag en hoërskoolwiskundepunte 'n nie-beduidende invloed het op wiskundeprestasie in die eerste jaar. Die mees resente resultate suggereer dus dat geslagsverskille in vorige wiskundeprestasie wat in 2.4.2 weergegee is, nie 'n beduidende invloed het op die wiskundeprestasie van mans- en damestudente in die eerste jaar nie.

2.4.4.2 Die invloed van aanleg op geslagsverskille in wiskundeprestasie in die eerste jaar

Daar bestaan nie beduidende geslagsverskille in die wiskundeaanleg van eerstejaarstudente in die VSA nie (Fujita & O'Reilly, 1970: 245), hoewel wiskundig-begaafde seuns beduidend hoër wiskundeaanlegtellings as wiskundig-begaafde dogters aan die einde van die hoërskooltydperk aanteken (Benbow & Stanley, 1982: 602). Damestudente vaar beduidend beter in wiskundige redenering as manstudente (Stones et al. 1982: 297), terwyl manstudente weer beter vaar wat kennis van kursusinhoude in Wiskunde betref. Hakstian en Woolsey (1985: 333, 335) vind dat beide die wiskundeaanlegfaktore, getalvermoë en induktiewe redenering 'n groter invloed het op die wiskundeprestasie van eerstejaardamestudente as -manstudente.

2.4.4.3 Die invloed van keuringstoetsprestasie op geslagsverskille in wiskundeprestasie in die eerste jaar

Die resultate van Fujita en O'Reilly (1970: 245) toon geen beduidende verwantskappe tussen geslag en tellings van keuringstoetse by eerstejaarwiskundestudente nie. Hoewel Edge en Friedberg (1984) interkorrelasies tussen onafhanklike veranderlikes, waaronder geslag en keuringstoetstellings, bereken, word dié korrelasies nie gerapporteer nie. Wiskunde-keuringstoetstellings het volgens Lins et al. (1966: 25) egter 'n groter invloed op die wiskundeprestasie van eerstejaarmans- as -damestudente.

2.4.5 Die verband tussen nie-kognitiewe verskille en geslagsverskille in eerstejaarswiskundeprestasie

2.4.5.1 Die invloed van houding teenoor Wiskunde op geslagsverskille in wiskundeprestasie in die eerste jaar

Navorsingsresultate ondersteun die vermoede dat daar beduidende geslagsverskille in verskillende aspekte betreffende die houding van universiteitstudente teenoor Wiskunde is en dat positiewe of negatiewe

houdings teenoor Wiskunde die wiskundeprestasie van mans- en damestudente verskillend beïnvloed. Aiken vind dat skoolseuns meer positief is teenoor Wiskunde as skooldogters (Aiken, 1976: 296) en op universiteitsvlak is manstudente volgens Edwards, (1972(b): 158) en Johnson, (1984: 1366) meer positief teenoor Wiskunde as damestudente, maar die invloed van houding teenoor Wiskunde, in besonder die houding teenoor die belangrikheid van Wiskunde het volgens Johnson, (1984: 1366) 'n groter korrelasie met die wiskundeprestasie van damestudente. Die wiskundeprestasie van damestudente word dus beïnvloed in die mate waarin hulle die belangrikheid van wiskundekennis ten opsigte van ander universiteitskursusse of 'n toekomstige loopbaan waarneem. Houding teenoor sukses in Wiskunde word volgens Frary en Ling, (1983: 990) beduidend deur geslagsverskille beïnvloed, met damestudente meer negatief as manstudente.

2.4.5.2 Die invloed van wiskundeangas op geslagsverskille in wiskundeprestasie in die eerste jaar

Die gepostuleerde hoër voorkoms en groter invloed van wiskundeangas by damestudente as by manstudente is onder andere deur Hilton en Berglund (1974), Ernest (1976), Sherman en Fennema (1977), Fennema en Sherman (1977, 1978), Sells (1978), Betz (1978), Luchins (1979), Tobias en Weissbrod (1980), Armstrong (1981), Dew et al. (1983), Sherman (1983), Fulkerson et al. (1984) en Van Niekerk (1986) nagevors.

'n Vermoede bestaan dat geslagsrolstereotipering uit sosialisering- en kulturele invloede verantwoordelik is vir 'n hoër voorkoms en intensiteit van wiskundeangas onder skoolmeisies en damestudente as by die ander geslag (Armstrong, 1981; Fennema & Sherman, 1977). Volgens hierdie siening word Wiskunde as 'n eksklusief manlike gebied beskou wat tot gevolg het dat dames met gelykwaardige wiskundekwalifikasies swakker vooruitsigte het om betrekkings te bekom in mededinging met mans. Damestudente rapporteer gevolglik in die algemeen hoër vlakke van wiskundeangas as manstudente (Betz, 1978: 444 - 445; Dew et al. 1983: 444). Hierteenoor vind Resnick et al. (1982: 43, 45) en Van Niekerk (1987:74) geen bevestiging vir die gevolgtrekkings in die studies hierbo

dat damestudente meer geneig is tot hoë vlakke van wiskundeangas as manstudente nie. Die resultate van Resnick bevestig vorige bevindings (Aiken, 1976; Betz, 1978; Rounds & Hendel, 1980(a)) dat hoë vlakke van wiskundeangas nie slegs tot damestudente beperk is nie, maar eerder voorkom by studente wat om een of ander rede nie opgewasse is om Wiskunde aan universiteit te bemeester nie. Ook Morris et al. (1978: 591) en Frary en Ling (1983: 985) vind geen beduidende geslagsverskille in wiskundeangasvlakke by universiteitstudente nie.

Navorsingsresultate oor die invloed van wiskundeangasvlakke op wiskundeprestasie en geslagsverskille in die voorkoms en intensiteit van wiskundeangas onder universiteitstudente is nie ondubbelsinnig nie. Die feit dat sommige bevindings wel aantoon dat wiskundeangas 'n beduidende invloed het op wiskundeprestasie en dat damestudente meer geneig is tot hoër wiskundeangasvlakke, suggereer dat wiskundeangas kan bydra tot die verklaring van variansie in die wiskundeprestasie van veral damestudente.

2.4.5.3 Die invloed van ander nie-kognitiewe veranderlikes op geslagsverskille in wiskundeprestasie in die eerste jaar

Bevindings dat een geslag meer positief ingestel is teenoor Wiskunde, word reeds op skoolvlak gevind: Seuns het meer selfvertroue ten opsigte van Wiskunde (Fox et al., 1979), is minder geneig om hul sukses in Wiskunde aan "geluk" toe te skryf (Wolfe et al., 1980), en voel sterker dat studie in Wiskunde groter toekomsmoontlikhede het (Fox, 1980). Eerstejaarmanstudente wat wiskundekursusse volg, het 'n groter belangstelling in Wiskunde as damestudente wat wiskundekursusse volg (Edwards, 1972(b): 158).

2.5 Samevatting: Die invloed van kognitiewe en nie-kognitiewe veranderlikes op wiskundeprestasie in die eerste jaar

Verskeie tendense ten opsigte van die voorspelling van wiskundeprestasie in die eerste jaar word in die navorsingsliteratuur aangetref.

- Kognitiewe faktore, veral vorige wiskundeprestasie, hoërskoolrangorde, wiskundeaanleg en tellings van wiskundekeuringstoetse op wiskundeprestasie in die eerste jaar, is oor die algemeen beter enkele voorspellers en verklaar in kombinasie onderling 'n hoër persentasie van variansie in eerstejaarswiskundeprestasie as nie-kognitiewe veranderlikes.
- Die aantal studies waarin die invloed van nie-kognitiewe veranderlikes op wiskundeprestasie ondersoek is, blyk minder te wees as die aantal studies waarin die invloed van kognitiewe faktore op wiskundeprestasie nagevors is.
- Dit blyk dat die tellings van veral nie-kognitiewe veranderlikes nie sonder meer as kontaminasievry aanvaar kan word nie. In hierdie verband word verwys na verskille tussen wiskundeang, toetsang en ang vir syfers wat nog nie na behore vasgestel is nie (sien 2.3.2.2). Aanlegtellings en tellings van gestandaardiseerde keuringstoetse word beskou as die mees suiwere onafhanklike veranderlikes.
- Die veralgemeningsmoontlikhede van resultate word beperk deur unieke eienskappe van die inrigting waarin die studie gedoen is (Baird, 1984), die streek waarin die voedingskole van die inrigting lê (Robinson, 1970: 60), en die dikwels klein getalle studente in die ondersoekgroepe wat in die opstel van voorspellingsmodelle gebruik is.
- Hoewel Amerikaanse navorsers oor die algemeen bevind dat seuns beter presteer in Wiskunde op skool (veral in die vroeë hoërskooljare) as dogters, is die situasie ten opsigte van universiteitstudente in die eerste studiejaar nie so duidelik nie. Daar bestaan geen getuienis dat een van die geslagte beduidend beter presteer in Wiskunde as die ander nie. Veralgemenings in hierdie verband kan egter slegs geskied wanneer daar sekerheid is dat veranderlikes wat moontlik 'n groter selekteerdheid van een van die geslagte in klasgroepe tot

gevolg het, byvoorbeeld wiskundekaanleg of vorige wiskundeprestasie, gekontroleer word.

- Die wiskundeprestasie van manstudente en damestudente word in verskillende mate deur verskillende onafhanklike veranderlikes beïnvloed. Volgens Lins et al. (1966: 24) word 'n meervoudige korrelasie van 0,42 gevind tussen die eerstejaar-wiskundeprestasie van manstudente en die laaste hoërskool-wiskundepunt, hoërskoolrangorde en tellings van 'n algebrakeuringstoets. In die geval van damestudente word 'n meervoudige korrelasie van 0,46 verkry met die laaste hoërskool-wiskundepunt, die laaste hoërskool-skeinapunt en hoërskoolrangorde as voorspeller veranderlikes.
- Oor die algemeen is die voorspelling van wiskundeprestasie in die eerste jaar aan universiteit omvattend en ywerig nagevors en 'n stewige grondslag is daargestel vir die voorspelling van wiskundeprestasie op die na-eerstejaarsvlakke.