

KONSTRUKSIE EN EVALUERING VAN 'N GEREKENARISEERDE KONSEPVERWERWINGSTOETS

V E CARSTENS

J M SCHEPERS

Departement Menslikehulpbronbestuur
Randse Afrikaanse Universiteit

ABSTRACT

The construction and evaluation of a computerised concept attainment test. The principal objectives of the study were the computerisation of the Concept Attainment Test of Schepers (1971), and the determination of its reliability and validity. The computerised concept attainment test (CAT) was applied to 185 undergraduates in Informatics and Computer Science. For comparative purposes the original CAT was applied to 205 first-year students in Mathematics. For validation purposes the semester marks and examination marks of Informatics II and III, and of Computer Science II and III, were used. For Informatics II all the scores of the CAT correlated negatively with the second semester marks. None of the correlations with examination marks were statistically significant. No statistically significant correlations were obtained in respect of Informatics III. For Computer Science II "number correct" (Form A) correlated with all the semester and examination marks. No significant correlations were obtained in respect of Computer Science III.

OPSOMMING

Die hoofdoelstellings van die studie was die rekenarisering van die Konsepverwerwingstoets van Schepers (1971) en die bepaling van die geldigheid en betroubaarheid daarvan. Die gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets (KVT) is op 185 voorgraadse studente in Informatika en Rekenaarwetenskap toegepas. Vir vergelykingsdoeleindes is die oorspronklike KVT op 205 eerstejaarwiskundestudente toegepas. Vir geldigheidsdoeleindes is die semester- en eksamenpunte van Informatika II en III asook Rekenaarwetenskap II en III gebruik. Wat Informatika II betref het al die tellings van die KVT negatief met die tweede semester semesterpunte gekorreleer. Nie een van die korrelasies met die eksamenpunte was statisties beduidend nie. Geen statisties beduidende korrelasies is ten opsigte van Informatika III gevind nie. Vir Rekenaarwetenskap II het "getal korrek" (Vorm A) positief gekorreleer met al die semesterpunte en eksamenpunte. Geen statisties beduidende korrelasies is ten opsigte van Rekenaarwetenskap III gevind nie.

SYNOPSIS

The principal objectives of the study were the computerisation of the Concept Attainment Test (CAT) of Schepers (1971), and the determination of its reliability and validity. A computerised scoring system, based on a model developed by Coulter (1967), was developed with the aid of fourth generation computer language. The scoring system yields three scores, viz. number correct, number of incorrect hypotheses eliminated, and total information gained, expressed in binary digit form.

The computerised CAT was applied to 185 undergraduates in Informatics and Computer Science. For comparative purposes the original CAT was applied to 205 first year students in Mathematics.

The reliabilities of both Forms A and C, of the CAT, were calculated in respect of the original form of the test as well as for the computerised version thereof. Cronbach's coefficient alpha was used throughout. The reliabilities in respect of Form A of the CAT were very similar for the two versions. The coefficients ranged from 0,734 to 0,816 - the highest being for "number correct". As far as Form C is concerned, the highest reliability (0,927) was obtained for the computerised version of the test.

For validation purposes the semester marks and examination marks of Informatics II and III, and of Computer Science II and III, were used. For Informatics II all the scores of the CAT correlated negatively with the second semester semester marks. The coefficients ranged from -0,325 to -0,375 and are statistically significant. None of the correlations with examination marks were significant. No statistically significant correlations were obtained in respect of Informatics III. For Computer Science II "number correct" (Form A) correlated with all the semester and examination marks. The coefficients ranged from 0,245 to 0,410, and all of them were statistically significant. A multiple correlation of 0,478 ($p < 0,001$) was

obtained in respect of the first semester marks. Number correct (Form A) and "total information" were included in the regression equation. No statistically significant correlations were obtained in respect of Computer Science III.

The implications of the findings are discussed.

Inligtingstelsels en meer spesifiek, elektroniese inligtingstelsels, word in 'n toenemende mate in elke faset van die samelewing gebruik. Een van die grootste uitdagings van die nuwe millennium is om met die toenemende en veranderende inligting tred te hou. Die ontwerp en gebruik van inligtingstelsels vereis 'n hoë vlak van konseptuele en analitiese vermoë. In die huidige bedeling speel die vermoë om analities en konseptueel te kan dink 'n belangrike rol in die behoud van 'n organisasie se kompeterende voordeel. En juis om hierdie redes blyk dit dat daar 'n groeiende belangstelling in die analitiese wetenskappe as studierigting is.

Hoë uitvalsifers in die analitiese wetenskappe het groot finansiële implikasies vir sowel die student as die universiteit. Die keuring van studente in die analitiese wetenskappe moet derhalwe so akkuraat moontlik gedoen word ten einde onnodige kostes te vermy. Studente in die analitiese wetenskappe moet tot hoëvlak analitiese en konseptuele denke in staat wees.

Ten einde die beste kandidate, met die oog op beroepsbeoefening, te identifiseer moet daar na gepaste meetinstrumente met die nodige metriese eienskappe, gesoek word.

Doelstellings van die studie

Die huidige studie het die volgende mikpunte ten doel gehad:

- Om die bestaande Konsepverwerwingstoets te rekenariseer.
- Om 'n gerekenariseerde nasienstelsel vir die toets te ontwikkel.
- Om die betroubaarheid van die onderskeie meting van die bestaande Konsepverwerwingstoets te bepaal en met dié van die gerekenariseerde toets te vergelyk.

- Om die interkorrelasies van die onderskeie metinge van die bestaande Konsepverwerwingstoets te bepaal en met dié van die gerekenariseerde toets te vergelyk.
- Om die interkorrelasies van die semesterpunte en eksamenpunte ten opsigte van Informatika II, Informatika III, Rekenaarwetenskap II en Rekenaarwetenskap III, te bepaal.
- Om die korrelasies van die Konsepverwerwingstoets met die semesterpunte en eksamenpunte van Informatika II, Informatika III, Rekenaarwetenskap II en Rekenaarwetenskap III, te bepaal.
- Om die geldigheid van die gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets ter voorspelling van die prestasie van studente in Informatika II, Informatika III, Rekenaarwetenskap II en Rekenaarwetenskap III, te bepaal.
- Om vas te stel of die prestasie van die Informatikastudente en die Rekenaarwetenskapstudente, op die Konsepverwerwingstoets, statisties beduidend van mekaar verskil al dan nie.

Konsepvorming, konsepverwerwing en konseptuele denke

Kognisie is betrokke by alle aspekte van die mens se bestaan. Navorsing oor kognitiewe ontwikkeling sluit onder andere navorsing in oor konsepvorming, konsepverwerwing en konseptuele denke (Sinha, 1977). Vervolgens sal hierdie begrippe kortliks omskryf word.

'n Konsep kan omskryf word as 'n stel geabstraheerde eienskappe van 'n voorwerp wat saam 'n kategorie vorm (Jordaan & Jordaan, 1984, p.393). Ter verduideliking hiervan word abstrahering beskryf as die proses waarvolgens 'n konseptuele kategorie gevorm word deur sekere eienskappe van 'n saak, situasie of idee te selekteer en sekere ander eienskappe weg te laat (Jordaan & Jordaan, 1984, p.394; Vinacke, 1974, p.152). 'n Konsep word meer abstrak met die weglating van sekere eienskappe, met ander woorde hoe hoër die vlak van abstrahering, hoe abstrakter die konsep. 'n Konsep word gevorm sodra die status van nuwe voorwerpe met 'n hoër mate van sekerheid voorspel kan word (Bruner, 1973). Een van die belangrikste intellektuele vermoëns wat tydens die kinderjare ontwikkel, is die vermoë om konsepte te vorm (Spitzer, 1977). Vygotski (1978) was van mening dat wanneer konsepte gevorm word in die denke van kinders, dit nie as gevolg van die logiese struktuur van die konsep self is nie, maar eerder as gevolg van die kind se konkrete herinnering daaraan. Vygotski (1978) reken dat tydens die oorgangsjare alle idees en konsepte as abstrakte konsepte georganiseer is. In sommige kommunikasieprosesse word woorde as voorbeelde van konsepte gebruik. Dit bied 'n mens die geleentheid om jou ondervindinge te organiseer en dit om die beurt weer aan ander te kommunikeer. Konsepvorming is nie 'n statiese, onveranderlike proses nie. Dit varieer van konteks tot konteks (Jusczyk & Klein, 1980). Bruner (1983) is van mening dat konsepvorming en konsepverwerwing slegs sinvol ondersoek kan word indien daar op die diskoers, omstandighede, of konteks waarin dit plaasvind, gelet word.

Alvorens die tersaaklike teorieë sinvol bespreek kan word, moet daar eers onderskei word tussen die begrippe '*konsepvorming*', '*konsepverwerwing*' en '*konseptuele redenering*'. Die verskil tussen die begrippe '*konsepvorming*' en '*konsepverwerwing*' blyk uit die **manier** waarop 'n mens sekere begrippe verwerf. By konsepvorming ontwikkel 'n mens self bepaalde konsepte, terwyl by konsepverwerwing leer, onderrig en ervaring 'n belangrike rol speel (Margolis & Laurence, 1999, p.10; Plug, Meyer, Louw & Gouws, 1987, p.37). Konsepverwerwing verwys na die **proses** waartydens 'n konsep verwerf word (Bolton, 1977).

Een van die belangrikste funksies wat deur konsepte gedien word, is denke en probleemoplossing (Gagné & Fleishman, 1959; Johnson-Laird, 1993). Berlyne (1965) beskryf denke as 'n ketting simboliese response, wat verskeie vorme kan aanneem en verskeie funksies dien.

Redenering, weer, word gekenmerk deur die vorming van 'n verband tussen 'n sekere klas stimulussituasies en 'n sekere klas

response as gevolg van die gesamentlike invloed van verskeie vorige leerervaringe.

Vanuit 'n eksperimentele oogpunt gesien blyk konsepverwerwing bykans 'n onontleedbare **intrinsieke** proses te wees (Bruner et al., 1990). Ten einde 'n proses soos konsepverwerwing te bestudeer, moet die **proses** eers geëksternaliseer word ten einde dit te kan waarneem (Bruner et al. 1990, p.51).

Die proses van konsepverwerwing

Drie vrae kan die leser rig in sy/haar poging om te begryp hoe 'n mens konseptuele of kategorieë onderskeide tref (Bruner et al., 1990, p.51). Eerstens kan die vraag gevra word hoe 'n mens die inligting wat benodig word, verkry. Tweedens kan die vraag gevra word hoe die relevante inligting gestoor word vir latere gebruik, en laastens kan die vraag gevra word hoe die inligting wat verkry is, verwerk word sodat dit in die toetsing van 'n hipotese gebruik kan word.

Coulter (1967) huldig die mening dat konsepverwerwing sekere basiese prosesse behels – 'n reeks besluite word deur die toetsling geneem, daarna moet hy/sy die terugvoer wat ontvang word, verwerk en tot 'n oplossing kom. Die navorser moet dus 'n manier vind om te bepaal of die toetsling die inligting wat hy/sy ontvang het korrek geïntegreer of geëvalueer het.

Faktore wat gedrag tydens die konsepverweringsproses kan beïnvloed

Tydens die konsepverweringsproses, soos hierbo beskryf, is daar 'n aantal faktore wat die gedrag van 'n toetsling kan beïnvloed. Die eerste faktor wat die toetsling se gedrag kan beïnvloed, is opgesluit in die omskrywing van die taak wat die persoon moet uitvoer. Bruner et al. (1990) en Margolis en Laurence (1999) reken dat die gedrag van 'n toetsling beïnvloed word deur sy begrip van presies wat die taak behels. Verder is hulle van mening dat die getal attribute waaroor die voorwerp wat hanteer moet word, beskik, ook 'n invloed het. 'n Attribuut is enige onderskeidende kenmerk van 'n voorwerp (Bruner, 1973). Indien 'n persoon onmiddellik terugvoer oor sy handeling of optrede ontvang en sy pogings kan valideer, sal dit ook sy/haar gedrag beïnvloed. Die verwagte gevolge van sekere kategoriserings speel ook 'n groot rol. Besluite word geneem oor watter hipotese om volgende te toets. Dit is in besluite soos dié dat dit belangrik is om die verwagte gevolge te kan antisipeer. Laastens blyk dit belangrik te wees om na die aard van sekere beperkinge, soos byvoorbeeld 'n tydslimiet, te kyk. Bruner et al. (1990) reken dat die gedrag van die toetsling beïnvloed word as daar bepaalde beperkings gestel word. Daar kan soms van die toetsling verwag word om sonder enige hulpmiddels, byvoorbeeld pen en papier, 'n konsep te verwerf.

Strategieë in konsepverwerwing

Wanneer 'n persoon poog om 'n probleem op te los, moet hy/sy 'n aantal besluite neem alvorens hy/sy die probleem aandurf. Sekere strategieë word tydens dié proses gevolg. Volgens Bruner (1973) verwys 'n strategie na 'n patroon van besluite in die verkryging, retensie en gebruik van inligting ten einde sekere uitkomstes te verseker. Goeie strategieë sal die toetsling lei tot die verwerwing van die konsep. In Bruner (1973) se omskrywing van 'n strategie word daar nie verwys na 'n bewuste plan vir die vind en gebruik van inligting nie. 'n Strategie kan slegs afgelei word uit die besluitnemingspatroon van 'n toetsling tydens die verwerwing van 'n konsep. Bruner et al. (1990) identifiseer die volgende doelwitte met 'n strategie:

- Om te verseker dat die konsep verwerf sal word na 'n klein aantal relevante pogings.
- Om te verseker dat die konsep met sekerheid verwerf sal word, afgesien van die getal pogings wat aangewend moet word tydens die proses van verwerwing.
- Om die stremming, of die invloed op geheuekapasiteit, te minimeer ten einde die konsep te verwerf.

- Om die hoeveelheid negatiewe terugvoer te reduseer voor die verwerwing van die konsep.

Eienskappe van 'n goeie navorsingsinstrument

Ray (1955) is van mening dat **probleemoplostake** aan die volgende eise behoort te voldoen alvorens hulle as navorsings-instrumente gebruik kan word:

- Die verspreiding van tellings moet kontinu wees en nie tweedelig nie.
- Die telling(s) moet die navorser van 'n maksimum hoeveelheid inligting voorsien oor wat die toetsling besig is om te doen.
- Die probleemoplostake moet verkieslik verskillende stappe behels.
- Die take moet slegs 'n klein aantal hipoteses betrek.
- Die take moet slegs een oplossing hê.
- Die toetstellings moet verkieslik unidimensioneel wees.
- Die toets moet faktoriaal suiwer wees.
- Die toets moet betroubaar wees.
- Die toets moet nie buitengewone vermoëns of spesiale kennis vereis nie.

Ray (1955) het 29 take wat dikwels in navorsing oor konseptuele denke gebruik word, ondersoek en gevind dat nie een van die take aan al die genoemde vereistes voldoen het nie en baie min aan sommige daarvan.

John en Miller (1957) het ook 'n reeks kriteria geformuleer waaraan probleemoplostake behoort te voldoen. Sommige van hulle kriteria is komplementêr aan dié van Ray en sal nie hier herhaal word nie. Die volgende verdien egter vermelding hier:

- Die kompleksiteit van die probleme moet gewissel kan word.
- Die effek van leer moet minimaal wees van probleem tot probleem.
- 'n Aantal probleme van vergelykbare kompleksiteit moet beskikbaar wees.
- Die nasienmetode moet die proses wat gevolg is in die oplos van die probleem, sover moontlik eksternaliseer.

Vervolgens sal enkele toetse van konsepverwerwing (konseptuele redenering) in oënskou geneem word en krities ontleed word.

Hanfmann en Kassinin (1937) het 'n toets gebruik wat uit 22 houtblokkies bestaan. Die blokkies beskik oor vier dimensies, naamlik kleur, vorm, hoogte (lang blokke en plat blokke) en grootte (groot en klein). Die kleurdimensie behels vyf verskillende kleure: rooi, blou, geel, groen en wit. Ses verskillende vorms, naamlik sirkels, vierkante, driehoeke, trapasieë, seshoeke en halfsirkels is gebruik.

Een van vier betekenislose woorde is op die onderkant van elk van die voorwerpe geskryf: lag, bik, mur en cev (Schepers, 1971). Lag is op alle groot lang figure, bik op alle groot plat figure, mur op die klein lang figure en cev op die klein plat figure, geskryf. Die dimensies van kleur en vorm is nie in die klassifikasie gebruik nie.

In die toets is daar van 'n vierkantige bord gebruik gemaak: 'n Sirkel wat in vier kwadrante verdeel is, is op die bord gevef. Die voorwerpe word aanvanklik lukraak binne die sirkel gerangskik. Die toetsling se taak is dan om die vier soorte blokke (lag, bik, mur en cev) te vind en hulle binne die kwadrante van die sirkel te rangskik. Die toetsafnemer draai een van die voorwerpe om sodat die naam sigbaar is. Die blok word dan in een van die kwadrante geplaas. Die opdrag aan die toetsling is om al die ander soortgelyke blokke in dieselfde kwadrant te plaas. Nadat die toetsafnemer die opdrag verduidelik het, draai hy/sy nog 'n blok om wat nie by die ander pas nie om aan te dui dat dit 'n ander soort blok is. Die toetsling kan probeer om al die blokke by die eerste of tweede groep te plaas of hy/sy kan tegelykertyd die blokke in al vier die kwadrante plaas. As kontrole word die toetsling na afloop van die taak gevra om die basis vir sy klassifikasie te verduidelik.

Daar word nie rekening gehou met die hoeveelheid inligting waaroor die toetsling beskik wanneer hy die klassifikasie maak nie. Dit is een van die grootste tekortkominge van die toets. Die Hanfmann-Kassinin-toets mag, volgens Schepers (1971), doeltreffend op lae vlak diskrimineer, maar vir toetslinge wat in staat is om die stelsel as geheel te oorweeg, is dit soos 'n een-item-toets.

Hanfmann en Kassinin (1937) wys daarop dat die eksperimentele voorwerpe wat in toetse van konseptuele redenering gebruik word, draers is van sekere algemene eienskappe, en nie unieke voorwerpe is nie. Toetslinge moet daarop bedag wees dat daar veelvuldige moontlikhede bestaan, anders kan hulle nie tot 'n oplossing kom nie. Slegs diegene wat tot 'n hoë vlak van konseptuele redenering in staat is, sal die stelsel as geheel in hulle klassifikasie oorweeg.

Volgens Maag (1957) is daar 'n beperkte aantal studies wat verband hou met redenering, oordeel of hoëvlak konseptuele denke. Hy het 'n toets, genaamd die 'Conceptual Reasoning Test' ontwerp, omdat dit volgens hom baie moeilik is om eksperimente uit te voer wat op oordeel en insig fokus, as gevolg van 'n gebrek aan objektiwiteit van die bestaande instrumente. Sy toets toon groot ooreenkomste met die Hanfmann-Kassinin-toets, maar verskil tog in sekere belangrike opsigte daarvan.

Maag se toets bestaan uit 32 klein houtblokkies wat helder geel gevef is, met letters in swart vir maklike identifikasie. Elkeen van die blokkies beskik oor vyf bipolêre eienskappe. Indien een van die eienskappe gekies sou word, is daar 16 blokkies met daardie eienskap. Indien twee eienskappe gespesifiseer sou word, is daar agt blokkies met daardie eienskappe (Maag, 1957, p. 231).

Maag (1957, p. 232) het vir elke probleem 'n modelblok met twee spesifieke eienskappe wat onbekend is aan die toetsling, gebruik. Daar is dan van die toetsling verwag om die sewe ander blokke (uit 'n totaal van 31) te vind wat oor die twee bepaalde eienskappe beskik. Die modelblok self gee baie min inligting oor watter twee eienskappe gespesifiseer is. Na elke keuse ontvang die toetsling terugvoer of sy keuse korrek is al dan nie (Maag, 1957, p. 232). Die proses word voortgesit totdat die toetsling al sewe die verlangde voorwerpe gevind het. Maag het egter verkeerdelik tot die gevolgtrekking gekom dat meer as twee negatiewe antwoorde geen verdere inligting aan die toetsling verskaf nie. 'n Konsep word egter verwerp deur sowel positiewe as negatiewe terugvoer te ontvang (Bolton, 1977, p. 105). Maag kom ook verkeerdelik tot die gevolgtrekking dat "if the subject follows a systematic and logical thought pattern all problems can be solved with a minimum of seven or a maximum of nine selections" (p. 234). Volgens Schepers (1971, p. 22) behoort die minimum en maksimum 2 en 4, onderskeidelik, te wees.

Schepers (1959) het Maag se model verder ontwikkel deur die klem op die ontwikkeling van denkstrategieë te plaas eerder as op die integrasie van inligting. Sy Konsepverwerwingstoets is volledig beskryf in 'n vroeëre publikasie (1971), dog sal hier kortliks beskryf word ter wille van die geroep van die leser.

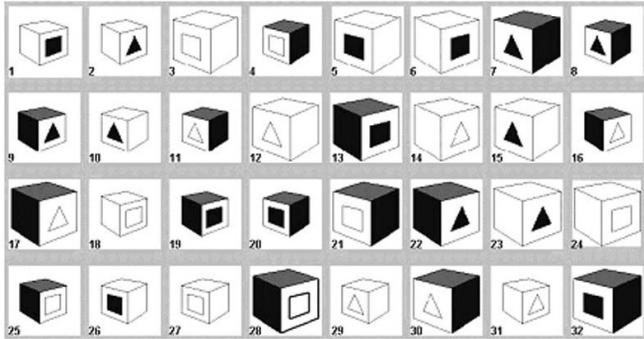
Die Konsepverwerwingstoets is 'n toets van logiese denke. Dit meet 'n persoon se vermoë om logiese strategieë te ontwikkel ten einde probleme op te los. Die toets bestaan uit 32 voorwerpe, genummer van 1 tot 32. Geen twee voorwerpe is in alle opsigte dieselfde nie. Die toetsvoorwerpe (almal kubusse) beskik oor vyf eienskappe. Hierdie eienskappe is bipolêr van aard. Vir elkeen van die bipolêre eienskappe is daar 16 voorwerpe wat oor daardie eienskap beskik. Vir elke paar eienskappe is daar agt voorwerpe wat oor daardie eienskappe beskik.

Die eienskappe is soos volg:

- | | |
|--------------------|---|
| <i>Oriëntasie:</i> | Die voorwerpe is of links- of regsgeoriënteerd. |
| <i>Grootte:</i> | Die voorwerpe is of groot of klein. |

- Skakering:** Die oppervlakte van die voorwerpe is òf geskakeerd òf ongeskakeerd.
- Figuur:** Daar is òf 'n vierkant òf 'n driehoek op die vooraansig van die voorwerpe.
- Figuurskakering:** Die figure is òf swart òf wit.

'n Grafiese voorstelling van die toetsvoorwerpe word in Figuur 1 gegee.



Figuur 1: Toetsvoorwerpe van Konsepverwingstoets

Vir elke probleem word twee eienskappe vooraf gespesifiseer, maar die toetsling word nie gesê watter twee eienskappe dit is nie. Een van die agt voorwerpe, wat oor die bepaalde eienskappe beskik, dien as model. Die taak is dan om die sewe ander voorwerpe van die stel van agt, te identifiseer.

Vir elke probleem word die toetsling toegelaat om slegs vier voorwerpe te kies, en na elke keuse ontvang hy/sy terugvoer of die voorwerp wat gekies is een van die stel van agt is al dan nie. Die terugvoer word met behulp van 'n spesiaal-ontwerpte antwoordblad gedoen (sien Figuur 2).

Vir elke probleem word die gekose modelvoorwerp aangedui. Die nommer van dié voorwerp verskyn in die vierkantige blokkie bo aan die kolom vir elke probleem. Die nommers van 1 tot 32 in elke kolom verteenwoordig die verskillende toetsvoorwerpe. Teenoor elkeen van die nommers is daar 'n "V" of 'n "R" gedruk, maar dit is met aluminiumblad bedek. Indien die respondant nou 'n keuse sou maak, skraap hy die aluminiumblad teenoor die nommer van sy gekose voorwerp met 'n plastiekskraper af. Daar sal dan òf 'n "R" òf 'n "V" verskyn. "R" beteken dat die voorwerp wel oor die bepaalde eienskappe beskik en 'n "V" dat dit nie oor die twee eienskappe beskik nie. Nadat die vier keuses vir 'n bepaalde probleem uitgeoefen is, moet die inligting wat ingewin is noukeurig evalueer word ten einde te kan besluit watter twee eienskappe die bepaalde eienskappe is.

Dit is altyd moontlik om in vier stappe tot 'n perfekte oplossing te kom, mits 'n logiese strategie gevolg word. Sover bekend bestaan daar twee ideale denkstrategieë (Scheppers, 1971, p.31). Strategie 1 is 'n konserwatiewe strategie waar die toetsling slegs een eienskap op 'n keer wissel en sodoende op 'n sistematiese wyse bepaal wat die bepaalde eienskappe is. Met Strategie 2, of te wel die **dubbelwisselstrategie**, wissel die toetsling die voorwerpe wat elke keer gekies word **ten opsigte van twee eienskappe**. Akkurate rekordhouding is belangrik ten einde die regte keuses te maak. 'n Derde strategie word ook dikwels gevolg. Hier word die keuses lukraak gemaak, sonder 'n sistematiese benadering tot die probleem. Dit staan bekend as 'n dobbelstrategie en sal nie noodwendig voldoende inligting aan die toetsling verskaf om tot 'n oplossing te kom nie. Indien daar van ideale Strategie 1 of ideale Strategie 2 gebruik gemaak word, sal die toetsling altyd oor genoeg inligting beskik om die probleem suksesvol te kan oplos (Bruner et al., 1990, p.82).

Die Konsepverwingstoets (Vorm A) bestaan uit 10 probleme en het 'n tydseperking van 50 minute.

Nr. van keuse No. of choice	Voorbeeld Example	Kontrolepunte Check spots	Volgorde van keuse Order of choice	Oplossings Solution
1			24	
2			1	
3			2	
4			3	
5			4	
6				
7		VF		
8				M
9				6
10				13
11				14
12		RT		17
13				22
14				23
15				28
16				
17		RT		
18				
19				
20				
21				
22		RT		
23				
24		RT		

← Nummer van model (M).

Skryf die nommers van u VIER KEUSES hier, in die volgorde waarin u dit gemaak het.

Keuses wat met VF aangedui is, is VERKEERD (V). In Engels aangedui as False (F).

Skryf die nommers van die SEWE VOORWERPE wat u geïdentifiseer het hier neer.

Keuses wat met 'n RT aangedui is, is REG (R). In Engels aangedui as true (T).

Figuur 2: Segment van antwoordblad

Vorm C van die Konsepverwingstoets volg logies op Vorm A. Vir elke probleem in Vorm C van die toets word vier keuses aangedui wat deur die navorser gemaak is. Die toetsling moet die gegewe inligting evalueer en dan vir elkeen van die probleme die sewe voorwerpe aandui wat oor die twee bepaalde eienskappe beskik. Daar is 10 probleme en die toetsling word 20 minute gegee om die toets te voltooi.

Moontlike hipoteses

Indien 'n bepaalde voorwerp as model gekies word, vorm die vyf eienskappe van daardie voorwerp tien moontlike pare wat as bepaalde eienskappe vir 'n probleem kan dien (Coulter, 1967, p.182). Daar is dus tien moontlike hipoteses, waarvan slegs een die korrekte is (sien Tabel 1). Ten einde die bepaalde eienskappe te identifiseer, moet die toetsling nege hipoteses elimineer. Hierdie nege hipoteses kan binne vier stappe geëlimineer word, mits die toetsling 'n logiese strategie volg.

Kwantifisering van inligting

Met die eliminasië van elke hipotese, (reg of verkeerd), word inligting ingewin. Berlyne (1965, p.16) definieer inligting soos volg: "Information, in its technical sense ... is conveyed by a symbol or a statement that helps to determine which of a number of possibilities has been, or will be, realized".

TABEL 1
MOONTLIKE HIPOTSESES WAT GESTEL KAN WORD

Hipoteses	Eienskappe				
	a	b	c	d	e
1	✓	✓	x	x	x
2	✓	x	✓	x	x
3	✓	x	x	✓	x
4	✓	x	x	x	✓
5	x	✓	✓	x	x
6	x	✓	x	✓	x
7	x	✓	x	x	✓
8	x	x	✓	✓	x
9	x	x	✓	x	✓
10	x	x	x	✓	✓

Nota: ✓ verteenwoordig die eienskappe wat telkens gekies word

Volgens Schepers (1971, p.32) kan die hoeveelheid inligting ingewin, soos volg bereken word:

$$I = -\log_2 p(x) \text{ waar}$$

I = hoeveelheid inligting in bis, en $p(x)$ = die waarskynlikheid van x.

Die hoeveelheid inligting ingewin, teenoor die getal hipoteses geëlimineer, verskyn in Tabel 2.

TABEL 2
HOEWEELEID INLIGTING INGEWIN TEENoor
GETAL HIPOTSESES GEËLIMINEER

Getal hipoteses geëlimineer	Hoeveelheidinligting ingewin
0	0,000
1	0,152
2	0,322
3	0,515
4	0,737
5	1,000
6	1,322
7	1,737
8	2,322
9	3,322

Vervolgens sal enkele studies waarin die konseptuele redeneringsvermoë van studente in verskillende studierigtings ondersoek is, in oënskou geneem word.

Mohanna en Al-Heeti (1989, p.21) het 80 voorgraadse studente vanuit departemente Wiskunde, Fisika, Engels en Arabiese tale aan 'n konsepverwerwingstoets onderwerp. Twintig studente uit elke departement, met 'n gelyke getal mans en vrouens wat reeds hul eerste studiejaar suksesvol voltooi het, is betrek. Deur middel van Raven se Matrysetoets is verseker dat daar nie 'n statisties beduidende verskil in die intelligensievlakke van die vier groepe studente was nie (Mohanna & Al-Heeti, 1989, p.22). Twintig kaarte van 'n konsepverwerwingstoets, waarvan dertien positief en sewe negatief is, is gebruik. Vier attribute, met twee waardes elk, is op die kaarte afgebeeld. Sekere kaarte het 'n stel attribuutwaardes gehad en ander nie. Die toetslinge se taak

was om die verlangde konsep te verwerf. Twee kaarte is eers as voorbeelde getoon. Daarna is die kaarte een vir een aan die toetslinge getoon. Die eerste kaart was altyd positief en die tweede kaart altyd negatief. Al die toetslinge is blootgestel aan dieselfde volgorde van die kaarte. Die toetslinge moes die hipoteses wat hulle gevorm het, neerskryf, asook die strategie wat hulle gevolg het. Die toetslinge kon 'n strategie volg waar hulle sowel 'n attribuut as 'n attribuutwaarde aan die probleem kon koppel. Die getal Wiskunde- en Fisikastudente (wetenskapstudente) wat die konsepte suksesvol verwerf het, was groter as die getal Engelse en Arabiese studente (taalstudente). Soos reeds genoem, was daar nie 'n statisties beduidende verskil in die intelligensievlakke van die groepe nie en nogtans het die wetenskapstudente beter gevaar in die oplossing van die probleme as die taalstudente. In die oplossing van die probleme het die wetenskapstudente ook minder verskillende strategieë as die taalstudente gebruik (p.24). Mohanna en Al-Heeti (1989, p.21) het tot die gevolgtrekking gekom dat daar 'n besliste verskil in prestasie was ten op sigte van die groep wat wiskundig geörienteerde vakke gehad het vergeleke met die groep wat nie-wiskundig geörienteerde vakke gehad het. Sewe en twintig wiskundig geörienteerde studente het die konsep verwerf teenoor 13 taalstudente. Hierdie verskille kon nie aan verskille in intelligensie toegeskryf word nie, aangesien hul tellings op Raven se Matrysetoets nie beduidend van mekaar verskil het nie. Hul resultate steun dus die argument dat wiskundig geörienteerde studente beter presteer as gevolg van hul inligtingverwerkingsvaardighede, soortgelyk aan wiskundige redenering. Die resultate van hierdie studie blyk belangrik te wees, maar veralgemenings kan nie sonder meer gemaak word nie vanweë die klein steekproefgrootte.

Ananthakrishnan (1980) het 'n konsepverwerwingstoets op 100 manlike nagraadse studente in verskillende professionele en nie-professionele studierigtings toegepas. Sy hoofdoel was om die ooreenkomste en verskille in konseptuele redenering tussen die verskillende groepe te peil. Sy professionele groep het uit studente in ingenieurswese, die regte en mediese wetenskappe bestaan en sy nie-professionele groep het uit studente in wiskunde, die biologiese, fisiese en geesteswetenskappe bestaan.

Die prestasies van die studente in ingenieurswese, die regte en mediese wetenskappe was baie eners. Daarteenoor was daar statisties beduidende verskille in die gemiddeldes van die studente in landbou vergeleke met dié in ingenieurswese, wiskunde vergeleke met nie-wiskunde en tussen die professionele groep as geheel vergeleke met die nie-professionele groep. Ananthakrishnan reken dat daar 'n positiewe verband tussen prestasie in wiskunde, statistiek en ingenieurswese, en konseptuele redenering, bestaan.

Probleemstelling

Ten einde die doelwitte van die studie te bereik, is die volgende hipoteses en postulaat gestel:

Hipoteses 1

Die meting van Vorms A en C van die Konsepverwerwingstoets is onderling statisties beduidend positief gekorreleer met mekaar.

Hipoteses 2

Die meting van Vorms A en C van die Konsepverwingstoets is statisties beduidend positief gekorreleer met die akademiese prestasie van studente in Rekenaarwetenskap en Informatika.

Hipoteses 3

Daar is statisties beduidende verskille in die gemiddeldes van die Informatikastudente en die Rekenaarwetenskapstudente, ten opsigte van die meting van die Konsepverwerwingstoets, en wel sodanig dat die gemiddeldes van die Rekenaarwetenskapstudente hoër is as dié van die Informatikastudente.

Postulaat 1

Dit word gepostuleer dat die akademiese prestasie van die tweede- en derdejaarstudente in Rekenaarwetenskap en Informatika voorspel kan word met behulp van hul tellings op die Konsepverwerwingstoets.

METODE*Steekproef*

Vir die **hoofstudie** is 185 voorgraadse studente in Informatika en Rekenaarwetenskap met Vorms A en C van die Gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets getoets. Hulle het almal vrywillig aan die toetsprogram deelgeneem. Die steekproef het uit die volgende groepe bestaan: Agt-en-veertig tweedejaar-informatikastudente, 22 derdejaar-informatikastudente, 65 tweedejaar-rekenaarwetenskapstudente en 50 derdejaar-rekenaarwetenskapstudente. Dit dien vermeld te word dat die Informatikastudente slegs vir Informatika ingeskryf was, terwyl baie van die Rekenaarwetenskapstudente vir sowel Rekenaarwetenskap as Informatika ingeskryf was. Honderd drie-en-dertig van die studente was mans en 52 vroue. Agt-en-vyftig persent van die steekproef was Afrikaanssprekend en 42 persent was Engelssprekend. Die ouderdomme van die studente het gewissel van 18 jaar tot 25 jaar.

Ten einde sekere vergelykings met die nie-gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets te tref, is Vorms A en C van dié toets op 205 eerstejaarwiskundestudente toegepas. Hulle was ook almal vrywilligers. Honderd vyf-en-twintig van die wiskundestudente was mans en tagtig vroue. Honderd-en-vier van die steekproef was Afrikaanssprekend en honderd-en-een was Engelssprekend. Die ouderdomme van die studente het gewissel van 18 jaar tot 25 jaar.

Meetinstrumente

Die meetinstrument wat gebruik is, is 'n gerekenariseerde vorm van die Konsepverwerwingstoets van Schepers (1959). Sowel Vorm A as Vorm C van die toets is gebruik. Genoemde toets voldoen aan al die kriteria van Ray (1955) en van John en Miller (1957). Sien publikasie van Schepers (1971) in hierdie verband.

Rekenarisering van die Konsepverwerwingstoets

Ten einde die Konsepverwerwingstoets te standaardiseer en die afneem en nasien daarvan te vergemaklik, is die toets gerekenariseer. Met die besluit om die toets te rekenariseer is aanvaar dat voornemende toetslinge oor basiese rekenaarvaardighede beskik. Ten einde die toepassing van die gerekenariseerde toets so eenvoudig as moontlik te hou, moes die rekenaarvaardighede waarvoor 'n toetsling behoort te beskik, beperk word tot basiese muis- en sleutelbordbeheer.

Die rekenarisering van die Konsepverwerwingstoets behels drie aspekte naamlik, die rekenarisering van die toets self, die rekenarisering van die nasienproses en die rekenarisering van die toets samestelling. Deur 'n buigsame toets samestelling aan die gebruiker te voorsien, is dit moontlik om die aanbieding van die toets geredelik aan te pas om byvoorbeeld verbale, numeriese of visuele konsepte (voorwerpe) te gebruik. Die verlangde buigsamheid in toets samestelling word verkry deur die definisie van die toetsvoorwerpe, die eienskappe van die voorwerpe en die groepering van die voorwerpe in die toets, aan die gebruiker oor te laat.

Die Konsepverwerwingstoets is gerekenariseer deur gebruik te maak van vierdegenerasierekenaartaal in samehang met die beginsels van 'n verwantskapsdatabasis. Die toetsprogramme is saamgestel vir gebruik met 'n Windows, 32 bit, bedryfstelsel (Windows 95, Windows 98, Windows 2000 of Windows NT). Die databasis en verwante kode maak ook voorsiening vir die gebruik van die toets in netwerk omgewings waar die databasis sentraal geleë is vir 'n groep gebruikers wat gelyktydig die toets afneem. As gevolg

van die grafiese aard van die data is daar in die praktyk gevind dat die spoed van die netwerk die grootte van die toetsgroep wat gelyktydig getoets kan word, bepaal. Met groot groepe en stadiger netwerke sal die toetslinge onnodig beperk word deur die spoed van die grafika. Ten einde die spoed van stadiger netwerk omgewings te verbeter, kan een of meer van die volgende maatreëls getref word. Eerstens kan die grafika ter plaatse gelaai word ten einde die netwerkverkeer drasties te verminder. In die tweede plek kan die programmeërs ook ter plaatse gelaai word om netwerkverkeer verder te verminder. Die databasis moet egter altyd sentraal gehou word om die eenheid van die toetsdata vir nasiendoelindes te behou. Ongeag die maatreëls wat getref word, word aanbeveel dat die netwerkspoed van nuwe toetsomgewings eers bepaal word alvorens die toets afgeneem word.

Die gerekenariseerde weergawe van die Konsepverwerwingstoets bestaan uit twee basiese programme wat van dieselfde data gebruik maak. Die eerste program beheer die toets self en die ander een die toetsadministrasie en die nasien van die toets.

Die gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets

Met die aanvang van die toets word sekere biografiese inligting van die toetsling gevra. Die voordeel hieraan verbonde is dat sekere inligting wat verpligtend is, soos byvoorbeeld studentenummer, in die toets gebruik kan word. Die Konsepverwerwingstoets sal nie op die rekenarskerm verskyn alvorens die verpligte inligting verstrek is nie. Daarna word aan die toetsling, aan die hand van 'n voorbeeld, verduidelik hoe die toets werk. Tydens die afneem van die toets is dit deurentyd vir die toetsling moontlik om terug te verwys na die instruksies of om addisionele hulp te verkry.

Die uitleg van die skerm

Die toetsling moet kies of hy/sy die instruksies in Engels of Afrikaans wil ontvang. Dié keuse kan in die verdere ontwikkeling van die program uitgebrei word om ook ander tale in te sluit.

Nadat die nodige instruksies aan die toetsling gegee is, verskyn die 32 voorwerpe, genummer van 1 tot 32, op die skerm van die rekenaar. Die modelvoorwerp is in rooi omlyn. Sodra die toetsling op 'n bepaalde voorwerp klik, sal daar 'n 'W' of 'n 'V' by die voorwerp verskyn. 'n 'W' dui daarop dat dit WAAR is dat die voorwerp wat gekies is een van die gekose stel van agt is. Daarteenoor dui 'n 'V' daarop dat dit VALS is dat die voorwerp een van die gekose stel van agt is. Indien die toets in Engels afgeneem word, sal daar 'n 'T' vir 'TRUE' of 'n 'F' vir 'FALSE' verskyn. Wanneer toetslinge verkeerdlik op die ruimtes tussen voorwerpe klik, sal daar 'n boodskap op die skerm verskyn wat as waarskuwing dien. Dit verseker dat die toetslinge nie per abuis op verkeerde voorwerpe klik nie. Toegang tot 'n hulpfunksie is te alle tye beskikbaar. Die tydsverloop word ook deurentyd aan die toetslinge getoon.

Nadat vier keuses vir 'n bepaalde probleem uitgeoefen is, moet die inligting wat ingewin is, noukeurig evalueer word. Daar moet dan besluit word watter twee eienskappe die bepalende eienskappe van die model is. Daarna moet die toetsling met behulp van die muis op die sewe voorwerpe wat oor daardie eienskappe beskik, klik. Sodra daar op 'n bepaalde voorwerp geklik word, verskyn daar 'n geel kolletjie bo die voorwerp. Dit help die toetsling met sy/haar boekhouding van watter keuses en hoeveel keuses reeds gemaak is. Indien die toetsling van mening verander, moet daar net weer op die voorwerp geklik word en dan sal die geel kolletjie verdwyn.

Sodra die probleem afgehandel is, verskyn daar 'n venster waarin die sewe gekose voorwerpe verskyn. Die toetsling kan dan seker maak dat sy/haar sewe keuses korrek is. Indien die toetsling gelukkig is met al sewe keuses, kan hy/sy voortgegaan met die volgende probleem. Die proses word herhaal totdat al die probleme voltooi is.

Die nasienprogram

Coulter (1967) wys op twee lastige probleme wat voorkom wanneer konsepverwerwingstoetse nagesien moet word (p.182). Eerstens moet die strategie bepaal word waarvolgens die toetsling die probleem aangepak het. Tweedens moet daar bepaal word hoe goed die toetsling die inligting wat ingewin is, kon evalueer of integreer, veral waar daar nie voldoende inligting bestaan nie. Dié taak word veral bemoeilik wanneer die toets binne groepsverband geadministreer word en die toetslinge nie na afloop van die toets ondervra kan word nie. Op grond van die genoemde redes is dit makliker om die nuut-ontwikkelde, gerekenariseerde toetsprogram, te gebruik in die bepaling van die strategieë wat gevolg is, asook die hoeveelheid inligting wat met elke keuse ingewin is.

Deur die nasienproses van die toets te rekenariseer, is dit moontlik om groot getalle toetse vinnig en akkuraat na te sien sonder om menslike foute te begaan. Vir sowel Vorm A as C word elke antwoord as reg of verkeerd getel. 'n Telling vir elke afsonderlike probleem, asook vir die toets as geheel word verskaf. Verder word die hoeveelheid inligting wat ingesamel is, en die getal hipoteses wat met elk van die vier keuses geëlimineer is, ook bepaal. Dit stel die nasienprogram in staat om die strategie wat gevolg is met elke probleem, te bepaal. Die bepaling van die hoeveelheid inligting ingesamel, getal hipoteses geëlimineer en die strategie wat gevolg is, is op 'n model van Coulter (1967) gebaseer. Hy het 'n model ontwikkel wat van Boole se algebra gebruik maak. Deur gebruik te maak van die vermoë van vierdegenerasierekenaartaal om verwerkings met multidimensionele veranderlikes te doen, was dit moontlik om die nasienproses ten volle te rekenariseer.

Coulter (1967) het 'n simboliese nasienproses ontwikkel en van Boole se algebra gebruik gemaak vir rekenariseringsdoeleindes. Deur gebruik te maak van die vermoë van vierdegenerasierekenaartaal om veranderlikes as vektore te definieer, was dit moontlik om Coulter se simboliese nasienproses feitlik net so te rekenariseer sonder die gebruik van Boole se algebra. Die vektormodel wat gebruik is, is vinniger om te verwerk en eenvoudiger as Boole se algebra-model.

Vir elke probleem word die modelblok se attribute voorgestel deur 'n vyf-element binêre vektor **M**, en die gekose voorwerp deur 'n vyf-element binêre vektor **E_i**. Die verskil tussen die modelblok en die gekose voorwerp word dan bereken as 'n vyf-element binêre vektor **D**. Vektor **D**, bevat ene in elke posisie waar die modelblok en gekose voorwerp verskil. Elkeen van die tien moontlike hipoteses (sien Tabel 1) word ook as 'n vyf-element binêre vektor **H_i**, voorgestel. Die hipotese-vektore bevat 'n een in elke posisie waar die attribuut as beduidend beskou word. Die korrekte hipotese **H_T**, word gedefinieer in terme van die bepalende attribute van die modelblok. Twee moontlike uitkomstes word voorts geëvalueer.

Die gekose voorwerp word as vals aangedui indien enige een in vektor **D**, ooreenstem met 'n een in vektor **H_T**).

'n Hipotese "i" word geëlimineer indien geen een in vektor **D**, ooreenstem met 'n een in vektor **H_T**, nie.

Die gekose voorwerp word as *waar* aangedui indien geen een in vektor **D**, ooreenstem met 'n een in vektor **H_T**, nie).

'n Hipotese "i" word geëlimineer indien enige een in vektor **D**, ooreenstem met 'n een in vektor **H_T**.

Deur dié logika toe te pas op elke keuse wat deur die toetsling gemaak is, kan bepaal word hoeveel hipoteses met elke keuse geëlimineer is en gevolglik hoeveel inligting met elke keuse ingewin is (sien Tabel 2).

Voordele van rekenarisering

Die grootste voordeel van die rekenarisering van die Konsepverwerwingstoets is die vermoë om groot getalle toetse maklik te administreer en na te sien. Die vermoë om data ten volle elektronies te beheer en tussen pakette te voer, elimineer menslike foute wat deur hand-inlees tot stand kom. 'n Toets wat elektronies geadministreer word se resultate is feitlik onmiddellik beskikbaar vir ontleding ongeag die getal toetslinge in die toetsgroep. 'n Verdere voordeel van die gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets is die moontlikheid om addisionele data in te samel. Só byvoorbeeld is dit moontlik om die tydsduur per probleem te meet. Die rekenarisering van die Konsepverwerwingstoets het dit vir die eerste keer prakties moontlik gemaak om die strategieë wat met elke probleem gevolg is, te bepaal.

Die rekenarisering van die toets het ook die getal bedorwe protokolle drasties verminder. Die enigste bedorwe protokolle is verkry van toetse wat nie behoorlik voltooi is nie. Geen bedorwe toetsdata as gevolg van foutiewe administrasie van die toets is gevind nie. Die rekenarisering van die toets maak dit ook moontlik om baie streng beheer oor die reëls van aflegging van die toets en oor die tydsduur van die toets uit te oefen.

Die voordele van rekenarisering van die Konsepverwerwingstoets kan saamgevat word in die standaardisering van die administrasieprosedure asook die nasienproses. Vergemakliking van die nasienprosedure het weer tot gevolg dat die toets op groot skaal gebruik kan word.

RESULTATE

Ten einde die betroubaarheid van die onderskeie metinge van die Gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets te vergelyk met dié van die nie-gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets, is daar van Cronbach se koëffisiënt alfa gebruik gemaak. Vir hierdie doel is daar van die volgende formule gebruik gemaak (sien Schepers, 1992, pp. 42-44):

$$\alpha = \frac{K^2 \bar{C}_{gh}}{S_x^2}, \text{ waar}$$

α = koëffisiënt alfa

K = getal items of probleme

\bar{C}_{gh} = gemiddelde interkovariansie van die items

S_x^2 = variansie van die toets as geheel.

Hierdie berekening kan geredelik gedoen word aan die hand van die variansie-kovariansiematriks van die onderskeie items of probleme. Ter illustrasie word die variansie-kovariansiematriks van die gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets (getal korrek) in Tabel 3 gegee: In die onderhawige geval is die berekening soos volg:

$$\alpha = \frac{100 \times 1,2880}{158,5664} = 0,812$$

Die betroubaarheid van die onderskeie metinge van sowel die gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets as die nie-gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets verskyn in Tabel 4.

Uit Tabel 4 blyk dit dat die betroubarhede van die gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets wissel van 0,735 tot 0,927 en dié van die nie-gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets van 0,734 tot 0,860. Die betroubarhede van die gerekenariseerde toets vergelyk dus goed met dié van die nie-gerekenariseerde toets, trouens die betroubaarheid van Vorm C is aansienlik hoër.

TABEL 3
VARIANSIE-KOVARIANSIEMATRIKS: GETAL KORREK
T.O.V. KONSEPVERWERWINGSTOETS

(VORM A)

	Probleem 1	Probleem 2	Probleem 3	Probleem 4	Probleem 5	Probleem 6	Probleem 7	Probleem 8	Probleem 9	Probleem 10
Probleem 1	4,5786	0,2403	1,5824	1,3770	0,9921	0,8269	0,7528	1,3494	0,6883	1,8201
Probleem 2	0,2403	3,2286	0,9684	1,0557	0,9918	0,7127	0,4659	1,0887	0,3615	0,5814
Probleem 3	1,5824	0,9684	3,4009	1,5106	1,3538	0,8009	0,7688	0,9355	0,4223	1,4098
Probleem 4	1,3770	1,0557	1,5106	4,2728	1,7695	1,1006	1,1477	1,5025	0,8870	1,7847
Probleem 5	0,9921	0,9918	1,3538	1,7695	3,9999	1,0153	1,2998	1,2713	1,0066	1,7432
Probleem 6	0,8269	0,7127	0,8009	1,1006	1,0153	4,2361	1,8474	1,5098	1,4097	1,8610
Probleem 7	0,7528	0,4659	0,7688	1,1477	1,2998	1,8474	3,7986	1,7738	1,8806	2,0333
Probleem 8	1,3494	1,0887	0,9355	1,5025	1,2713	1,5098	1,7738	5,0323	2,4733	2,7872
Probleem 9	0,6883	0,3615	0,4223	0,8870	1,0066	1,4097	1,8806	2,4733	4,3912	2,8002
Probleem 10	1,8201	0,5814	1,4098	1,7847	1,7432	1,8610	2,0333	2,7872	2,8002	5,7039
Som	14,2079	9,6949	13,1534	16,4081	15,4434	15,3204	15,7689	19,7239	16,3207	22,5248

Nota:

$$\sum_{g=1}^K \sum_{h=1}^K r_{gh} s_g s_h \text{ (vir } g \neq h) = 115,9235$$

$$\bar{C}_{gh} = \frac{\sum_{g=1}^K \sum_{h=1}^K r_{gh} s_g s_h}{K(K-1)} = 115,9235/90 = 1,2880$$

$$\sum_{g=1}^K s_g^2 = 42,6429$$

$$S_x^2 = \sum_{g=1}^K \sum_{h=1}^K r_{gh} s_g s_h + \sum_{g=1}^K s_g^2 = 158,5664$$

TABEL 4
BETROUBAARHEID VAN DIE ONDERSKEIE METINGE VAN DIE
KONSEPVERWERWINGSTOETS (KVT)

Veranderlikes	Gerekenariseerde toets	Nie-gerekenariseerde toets
KVT (Vorm A)		
Getal korrek	0,812	0,816
Getal hipoteses geëlimineer	0,803	0,736
Informasietelling	0,735	0,734
KVT (Vorm C)		
Getal korrek	0,927	0,860

Nota: Betroubaarheid volgens Cronbach se koëffisiënt alfa

Ten einde die onderlinge samehang van die metinge van die gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets met dié van die nie-gerekenariseerde toets te vergelyk, is die interkorrelasies tussen die metinge van die twee toetse bereken.

Die interkorrelasies van die metinge van die nie-gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets verskyn in Tabel 5 en dié van die gerekenariseerde toets in Tabel 6.

Indien Tabelle 5 en 6 met mekaar vergelyk word, blyk dit dat die onderlinge samehang van die metinge van die twee toetse baie eners is, met die uitsondering van getal korrek (Vorm C). Die korrelasies van getal korrek (Vorm C) met die ander metinge is deurgaans hoër vir die gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets as vir die nie-gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets: slegs die korrelasie van getal korrek

(Vorm C) met getal korrek (Vorm A) is statisties beduidend en positief ten opsigte van die nie-gerekenariseerde toets, terwyl al die metinge statisties beduidend positief korreleer met getal korrek (Vorm C) vir die gerekenariseerde toets. Hipotese 1 word dus gesteun.

TABEL 5
MATRIKS VAN INTERKORRELASIES VAN DIE METINGE VAN
DIE NIE-GEREKENARISEERDE KONSEPVERWERWINGSTOETS

Veranderlikes	N	Getal korrek: Vorm A	Getal hipoteses geëlimineer	Informasietelling: Vorm A	Getal korrek: Vorm C
Getal korrek: Vorm A	205	1,000	0,695**	0,670**	0,384**
Getal hipoteses geëlimineer	205	0,695**	1,000	0,993**	0,219
Informasietelling: Vorm A	205	0,670**	0,993**	1,000	0,217
Getal korrek: Vorm C	205	0,384**	0,219	0,217	1,000

Nota: **Statisties beduidend op 0,01 vlak

Uit die voorgaande is dit duidelik dat die gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets oor aanneemlike betroubaarhede beskik en dat die verskillende metinge onderling positief met mekaar verband hou. Maar voordat die voorspellingsgeldigheid van die Konsepverwerwingstoets ondersoek kan word, is dit nodig om eers na die eienskappe van die akademiese kriteria te kyk.

Die interkorrelasies van die semesterpunte en eksamenpunte ten opsigte van Informatika II verskyn in Tabel 7.

TABEL 6
MATRIKS VAN INTERKORRELASIES VAN DIE METINGE VAN
DIE GEREKENARISEERDE KONSEPVERWERWINGSTOES

Veranderlikes	N	Getal korrek: Vorm A	Getal hipoteses geëlimineer	Informasie- telling: Vorm A	Getal korrek: Vorm C
Getal korrek: Vorm A	185	1,000	0,651**	0,605**	0,495**
Getal hipoteses geëlimineer	185	0,651**	1,000	0,986**	0,409**
Informasietelling: Vorm A	185	0,605**	0,986**	1,000	0,409**
Getal korrek: Vorm C	185	0,495**	0,409**	0,409**	1,000

Nota: **Statisties beduidend op 0,01 vlak

Uit Tabel 7 blyk dit dat die eerste semester semesterpunt en eksamenpunt matig positief met mekaar verband hou ($r = 0,444$; $p = 0,01$). Insgelyks is daar 'n statisties beduidende positiewe korrelasie tussen die tweede semester semesterpunt en eksamenpunt ($r = 0,545$; $p = 0,01$). Die eerste semester semesterpunt hou egter nie verband met die tweede semester eksamenpunt nie. Die eerste semester eksamenpunt hou ook nie verband met die tweede semester semesterpunt nie. Selfs die eerste semester finale punt hou nie verband met die tweede semester eksamenpunt nie. Die geldigheid van hierdie meting is dus van twyfelagtige waarde.

TABEL 7
INTERKORRELASIES VAN SEMESTERPUNTE EN EKSAMENPUNTE: INFORMATIKA II

Veranderlikes	N	Eerste semester: 1999			Tweede semester: 1999		
		Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt	Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt
EERSTE SEMESTER							
Semesterpunt	46	1,000	0,444**	0,874**	0,452**	0,143	0,348*
Eksamenpunt	46	0,444**	1,000	0,823**	0,239	0,291*	0,300*
Finale punt	46	0,874**	0,823**	1,000	0,415**	0,249	0,383**
TWEDE SEMESTER							
Semesterpunt	46	0,452**	0,239	0,415**	1,000	0,545**	0,895**
Eksamenpunt	46	0,143	0,291*	0,249	0,545**	1,000	0,862**
Finale punt	46	0,348*	0,300*	0,383**	0,895**	0,862**	1,000

Nota: **Statisties beduidend op 0,01 vlak

*Statisties beduidend op 0,05 vlak

TABEL 8
INTERKORRELASIES VAN SEMESTERPUNTE EN EKSAMENPUNTE: INFORMATIKA III

Veranderlikes	N	Eerste semester: 1999			Tweede semester: 1999		
		Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt	Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt
EERSTE SEMESTER							
Semesterpunt	21	1,000	0,735**	0,927**	0,777**	0,598**	0,716*
Eksamenpunt	21	0,735**	1,000	0,936**	0,644**	0,540*	0,622**
Finale punt	21	0,927**	0,936**	1,000	0,759**	0,613**	0,717**
TWEDE SEMESTER							
Semesterpunt	21	0,777**	0,644**	0,759**	1,000	0,771**	0,918**
Eksamenpunt	21	0,598**	0,540*	0,613**	0,771**	1,000	0,960**
Finale punt	21	0,716*	0,622*	0,717**	0,918**	0,960**	1,000

Nota: **Statisties beduidend op 0,01 vlak

*Statisties beduidend op 0,05 vlak

Die interkorrelasies van die semesterpunte en eksamenpunte ten opsigte van Informatika III verskyn in Tabel 8.

Uit Tabel 8 blyk dit dat al die metinge (eerste en tweede semester) onderling sterk positief met mekaar verband hou. Al die korrelasies, met die uitsondering van die een tussen die twee eksamenpunte, is statisties beduidend op die 0,01 vlak. Laasgenoemde is beduidend op die 0,05 vlak. Die korrelasies is egter op 'n klein steekproef gebaseer ($N = 21$). Die metinge hou egter belofte in as geldige metinge van Informatika III.

Die interkorrelasies van die semesterpunte en eksamenpunte ten opsigte van Rekenaarwetenskap II verskyn in Tabel 9.

Uit Tabel 9 blyk dit dat al die metinge (eerste en tweede semester) onderling sterk positief met mekaar verband hou. Die korrelasies wissel van 0,541 tot 0,916 en is almal statisties beduidend op die 0,01 vlak. Al dié metinge hou belofte in as geldige metinge van Rekenaarwetenskap II.

Die interkorrelasies van die semesterpunte en eksamenpunte ten opsigte van Rekenaarwetenskap III verskyn in Tabel 10.

Uit Tabel 10 blyk dit dat die eerste semester semesterpunt en eksamenpunt sterk positief met mekaar verband hou ($r = 0,709$). Die ooreenstemmende korrelasie vir die tweede semester is egter statisties nie-beduidend ($r = 0,126$). Die geldigheid van hierdie metinge, as metinge van Rekenaarwetenskap III, is derhalwe van twyfelagtige waarde.

TABEL 9
INTERKORRELASIES VAN SEMESTERPUNTE EN EKSAMENPUNTE: REKENAARWETENSKAP II

Veranderlikes	N	Eerste semester: 1999			Tweede semester: 1999		
		Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt	Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt
EERSTE SEMESTER							
Semesterpunt	58	1,000	0,677**	0,915**	0,734**	0,559**	0,746**
Eksamenpunt	58	0,677**	1,000	0,916**	0,610**	0,573**	0,679**
Finale punt	58	0,915**	0,916**	1,000	0,736**	0,616**	0,779**
TWEDE SEMESTER							
Semesterpunt	58	0,734**	0,610**	0,736**	1,000	0,541**	0,895**
Eksamenpunt	58	0,559**	0,573**	0,616**	0,541**	1,000	0,859**
Finale punt	58	0,746**	0,679**	0,779**	0,895**	0,859**	1,000

Nota: **Statisties beduidend op 0,01 vlak

TABEL 10
INTERKORRELASIES VAN SEMESTERPUNTE EN EKSAMENPUNTE: REKENAARWETENSKAP III

Veranderlikes	N	Eerste semester: 1999			Tweede semester: 1999		
		Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt	Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt
EERSTE SEMESTER							
Semesterpunt	48	1,000	0,709**	0,920**	0,112	0,408**	0,356*
Eksamenpunt	48	0,709**	1,000	0,929**	0,288*	0,475**	0,511**
Finale punt	48	0,920**	0,929**	1,000	0,220	0,479**	0,472**
TWEDE SEMESTER							
Semesterpunt	48	0,112	0,288*	0,220	1,000	0,126	0,687**
Eksamenpunt	48	0,408**	0,475**	0,479**	0,126	1,000	0,806**
Finale punt	48	0,356*	0,511**	0,472**	0,687**	0,806**	1,000

Nota: **Statisties beduidend op 0,01 vlak

*Statisties beduidend op 0,05 vlak

TABEL 11
KORRELASIES VAN KVT, SEMESTERPUNTE EN EKSAMENPUNTE: INFORMATKA II

Veranderlikes	N	Eerste semester: 1999			Tweede semester: 1999		
		Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt	Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt
KVT (VORM A)							
Getal korrek	47	-0,018	-0,082	-0,053	-0,348*	-0,109	-0,269
Getal hipoteses geëlimineer	47	-0,196	-0,234	-0,251	-0,349*	-0,171	-0,303*
Informasietelling	47	-0,169	-0,215	-0,224	-0,325*	-0,169	-0,288
KVT (VORM C)							
Getal korrek	47	0,009	-0,039	-0,013	-0,375**	-0,099	-0,276

Nota: **Statisties beduidend op 0,01 vlak

*Statisties beduidend op 0,05 vlak

Ten einde die geldigheid van die Konsepverwringstoets (KVT) as voorspeller van Informatika II, te bepaal, is die onderskeie meting van die KVT met die semesterpunte en eksamenpunte, ten opsigte van Informatika II, gekorreleer. Dié korrelasies verskyn in Tabel 11.

Uit Tabel 11 blyk dit dat daar geen statisties beduidende korrelasies tussen die KVT en die eerste semester semesterpunt en eksamenpunt, is nie. Daar is egter statisties beduidende **negatiewe** korrelasies tussen al die meting van die KVT en die tweede semester semesterpunt.

Die korrelasies van die KVT met die semesterpunte en eksamenpunte, ten opsigte van Informatika III, verskyn in Tabel 12.

Uit Tabel 12 blyk dit dat daar geen statisties beduidende korrelasies tussen die KVT (Vorm A) en die verskillende semesterpunte en eksamenpunte van Informatika III is nie. Daar is egter 'n statisties beduidende korrelasie tussen Vorm C en die tweede semester eksamenpunt.

Die korrelasies van die KVT met die semesterpunte en eksamenpunte, ten opsigte van Rekenaarwetenskap II, verskyn in Tabel 13.

Uit Tabel 13 blyk dit dat die KVT (Vorm A: getal korrek) statisties beduidend positief korreleer met al die semesterpunte en eksamenpunte.

Die korrelasies van die KVT met die semesterpunte en eksamenpunte ten opsigte van Rekenaarwetenskap III, verskyn in Tabel 14.

Uit Tabel 14 blyk dit dat daar geen statisties beduidende verwantskappe tussen die KVT en die onderskeie semesterpunte en eksamenpunte van Rekenaarwetenskap III is nie. Dit kan deels toegeskryf word aan 'n gebrek aan interne konsekwentheid, wat Rekenaarwetenskap III betref.

Uit die voorgaande blyk dit dat slegs Informatika II en III en Rekenaarwetenskap II statisties beduidend gekorreleer het met sommige van die metinge van die KVT. Hipotese 2 word dus gedeeltelik gesteun.

TABEL 12
KORRELASIES VAN KVT MET SEMESTERPUNTE EN EKSAMENPUNTE: INFORMATKA III

Veranderlikes	N	Eerste semester: 1999			Tweede semester: 1999			N
		Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt	Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt	
KVT (VORM A)								
Getal korrek	21	0,135	0,022	0,084	-0,085	0,003	-0,035	22
Getal hipoteses geëlimineer	21	0,139	-0,007	0,075	-0,067	0,083	0,028	22
Informasietelling	21	0,174	0,024	0,111	-0,016	0,129	0,079	22
KVT (VORM C)								
Getal korrek	21	0,128	0,171	0,168	0,041	0,434*	0,290	22

Nota: *Statisties beduidend op 0,05 vlak

TABEL 13
KORRELASIES VAN KVT MET SEMESTERPUNTE EN EKSAMENPUNTE: REKENAARWETENSKAP II

Veranderlikes	Eerste semester: 1999			Tweede semester: 1999		
	Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt	Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt
KVT (VORM A)						
Getal korrek	0,410***	0,245*	0,375***	0,388***	0,364**	0,404***
Getal hipoteses geëlimineer	0,042	0,038	0,049	0,027	0,058	-0,007
Informasietelling	0,018	0,020	0,027	0,000	0,019	-0,039
KVT (VORM C)						
Getal korrek	0,208	-0,025	0,106	0,061	0,150	0,141
Sample size	65	63	63	59	58	58

Nota: ***Statisties beduidend op 0,001 vlak

**Statisties beduidend op die 0,01 vlak

*Statisties beduidend op die 0,05 vlak

TABEL 14
KORRELASIES VAN KVT MET SEMESTERPUNTE EN EKSAMENPUNTE: REKENAARWETENSKAP III

Veranderlikes	Eerste semester: 1999			Tweede semester: 1999		
	Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt	Semesterpunt	Eksamenpunt	Finale punt
KVT (VORM A)						
Getal korrek	0,160	0,082	0,154	-0,122	0,147	0,032
Getal hipoteses geëlimineer	0,087	0,029	0,077	-0,124	0,156	0,036
Informasietelling	0,078	0,015	0,063	-0,134	0,163	0,036
KVT (VORM C)						
Getal korrek	-0,078	-0,117	-0,149	0,175	-0,083	0,045
Sample size	49	48	48	50	50	50

Wat Rekenaarwetenskap II betref blyk dit dat getal korrek (Vorm A) statisties beduidend **positief** korreleer met al die semesterpunte en eksamepunte (sien Tabel 13). Die meervoudige korrelasies wissel van 0,364 tot 0,495, en almal is statisties hoogs beduidend (sien Tabel 16). Daar is dus 'n duidelike verband tussen analitiese vermoë, soos gemeet deur die KVT, en prestasie in Rekenaarwetenskap II.

Wat Rekenaarwetenskap III betref was daar geen statisties beduidende korrelasies met die metinge van die KVT nie. Die geldigheid van die semesterpunte en eksamenpunte staan egter onder verdenking, soos reeds aangedui.

Uit die voorgaande blyk dit dat daar 'n duidelike verband bestaan tussen die KVT (Vorm A) en prestasie in Rekenaarwetenskap II, maar nie met Informatika II en III en Rekenaarwetenskap III nie. Daar is dus gedeeltelike steun vir Postulaat 1.

Ten einde vas te stel of die vektore van gemiddeldes van die Rekenaarwetenskapstudente en die Informatikastudente, ten opsigte van die onderskeie metinge van die KVT, statisties beduidend van mekaar verskil al dan nie, is die gemiddeldes en standaardafwykings van die twee groepe bereken. Die resultate verskyn in Tabel 17.

Inspeksie van Tabel 17 dui daarop dat die gemiddeldes van die twee groepe moontlik verskil ten opsigte van "getal korrek" (Vorm A en C), gevolglik is die verskil tussen die twee vektore van gemiddeldes getoets deur middel van 'n meerveranderlike variansieontleding, gevolg deur 'n reeks eenrigting-variensieontledings. Die resultate verskyn in Tabel 18.

Volgens Tabel 18 is Hotelling se spoor gelyk aan 0,041. Hierdie koëffisiënt is egter nie statisties beduidend nie [$F(4, 180) = 1,859; p = 0,120$]. Uit die eenrigting-variensieontledings blyk dit egter dat die gemiddeld van die Rekenaarwetenskapstudente ten opsigte van "getal korrek" (Vorm C) statisties beduidend hoër is as dié van die Informatikastudente [$F(1, 183) = 5,553; p = 0,020$]. Eenkantig gestel is $p = 0,010$, want vir twee groepe is $F = t^2$ en $p(F) = p(t)$.

Die gemiddeld van die Rekenaarwetenskapstudente ten opsigte van "getal korrek" (Vorm A) is eweneens statisties beduidend hoër as dié van die Informatikastudente ($p = 0,058/2$, d.w.s. 0,029). Hipotese 3 word dus gedeeltelik gesteun.

BESPREKING VAN RESULTATE

Uit die betroubaarheidsontleding van die gerekenariseerde en nie-gerekenariseerde vorms van die **Konsepverwerwingstoets**, is dit duidelik dat die betroubaarhede van die verskillende tellings van Vorm A van die Gerekenariseerde Konsepverwerwingstoets, deurgaans op dieselfde vlak lê as dié van die nie-gerekenariseerde vorm van die toets. Wat Vorm C betref, is die betroubaarheid van die gerekenariseerde toets aansienlik hoër as dié van die nie-gerekenariseerde toets.

Wat die **onderlinge samehang** van die verskillende metinge van die gerekenariseerde en nie-gerekenariseerde vorms van die KVT betref, blyk dit dat die interkorrelasies baie eners is. Daar was dus nie enige opvallende verliese met die rekenarisering van die KVT nie. Inteendeel, die rekenarisering van die toets het besondere voordele tot gevolg gehad: Die **administrasie-prosedure** van die toets is **gestandaardiseer** en die **nasienproses ge-outomatiseer**. Groot getalle protokolle kan nou vinnig en akkuraat nagesien word.

Ofskoon die gerekenariseerde KVT ontwerp is om ook die tydsduur van elke probeem te kan meet, is dit nie in die huidige studie gebruik nie, omdat die netwerkspoed van die omgewing te stadig was.

Volgens Bruner et.al. (1990) is konsepverwerwing 'n bykans onontleedbare **intrinsieke proses**, en moet die proses eers **geëksternaliseer** word voordat dit bestudeer kan word. Navorsers moet dus eers vasstel hoedat die toetsling die inligting wat benodig word om 'n probleem op te los, verkry het, hoedat hy/sy die relevante inligting gestoor het, en hoedat hy/sy die inligting wat verkry is, verwerk het, voordat hulle die proses van konsepverwerwing kan ontleed. Die gerekenariseerde KVT maak juis hiervoor voorsiening.

TABEL 17
GEMIDDELDEN EN STANDAARDAFWYKINGS VAN DIE INFORMATIKA- EN REKENAARWETENSKAPSTUDENTE

Veranderlikes	Informatikastudente			Rekenaarwetenskapstudente		
	N ₁	\bar{X}_1	S ₁	N ₂	\bar{X}_2	S ₂
Getal korrek: Vorm A	70	54,26	14,322	115	57,88	11,259
Getal korrek: Vorm C	70	50,78	20,932	115	57,56	17,649
Getal hipoteses geëlimineer: Vorm A	70	82,71	11,035	115	84,38	7,282
Informasietelling: Vorm A	70	6,35	0,272	115	6,39	0,149

TABEL 18
VARIANSIEONTLEDING: VERGELYKING VAN GEMIDDELDEN VAN DIE TWEE GROEPE T.O.V. DIE METINGE VAN DIE KVT

Afhanklike veranderlike	Tipe III somvan kwadrate	gv	Gemiddelde kwadraat	F	p(F)
Getal korrek: Vorm A	570,571	1,183	570,571	3,650	0,058*
Getal korrek: Vorm C	1994,826	1,183	1994,826	5,553	0,020*
Getal hipoteses geëlimineer: Vorm A	121,111	1,183	121,111	1,534	0,217
Informasietelling: Vorm A	0,076	1,183	0,076	1,830	0,178

Nota: *Statisties beduidend (Eenkantig)
Hotelling se spoor is 0,041
 $F(4, 180) = 1,859; p = 0,120$

Die nasienprosedure wat ontwikkel is met die rekenarisering van die KVT, is gebaseer op 'n model wat deur Coulter (1967) daargestel is. Hiervolgens word drie verskillende tellings vir Vorm A van die KVT gegenereer, te wete die getal voorwerpe wat vir elke probleem "korrek" geïdentifiseer is, die getal "verkeerde" hipoteses wat geëlimineer is en die hoeveelheid inligting, gemeet in bis, wat ingewin is. Hieruit kan afgelei word watter soort strategie deur die toetsling gevolg is, hoeveel inligting hy/sy ingewin het, en of hy/sy in staat was om die inligting korrek te kon evalueer en integreer. Vir Vorm C van die toets word slegs die getal voorwerpe wat "korrek" geïdentifiseer is, gegee. Hieruit kan afgelei word of die toetsling in staat was om die inligting wat gegee is, korrek te kon integreer.

Die betroubaarheid, en moontlik ook die geldigheid van die verskillende kriteria (semesterpunte en eksamenpunte) wat in die studie gebruik is, staan egter onder verdenking. Slegs Informatika III en Rekenaarwetenskap II blyk intern konsekwent te wees. Die steekproef van Informatika III-studente is egter baie klein (N=21).

Wat die voorspellingswaarde van die KVT betref, is belowende verwantskappe met Rekenaarwetenskap II gevind: Statisties hoogs beduidende positiewe korrelasies is tussen getal korrekte response (Vorm A) en al die semesterpunte en eksamenpunte van Rekenaarwetenskap II, gevind. Ook die meervoudige korrelasies wat bereken is, is statisties hoogs beduidend. Daar is dus besliste getuigenis van die kriteriumverwante geldigheid van die KVT.

Die statisties beduidende **negatiewe** korrelasies van al die verskillende metinge van die KVT met die tweede semester semesterpunt van Informatika II, is egter moeilik om te verklaar. Dit impliseer dat die **analitiese** benadering wat deur die KVT vereis word, botsend is met prestasie in Informatika, wat moontlik 'n meer **holistiese** benadering verg. 'n Mate van steun hiervoor blyk uit die feit dat die tellings van die Rekenaarwetenskapstudente, ten opsigte van getal korrekte response op Vorms A en C van die KVT, statisties beduidend hoër is as dié van die Informatikastudente. Hulle is dus meer analities ingestel as die Informatikastudente. Daar is ook belangrike verskille in die leerplanne van Rekenaarwetenskap en Informatika.

Rekenaarwetenskap fokus sterk op programmering en die beginsels van dataverwerking. In hul eerste jaar leer die studente hoe om te programmeer: probleemoplossing, kodering van die oplossing in die vorm van 'n algoritme, die skryf van die program en die ontfouting daarvan, word veral beklemtoon. In die tweede jaar word verdere programmering gedoen, en die beginsels waarvolgens netwerke fungeer, word bestudeer. In die derde jaar word datastrukture en die doeltreffendheid van algoritmes behandel. Die student word ook geleer hoedat bedryfstelsels en rekenaarapparatuur werk. Die kursus is dus sterk analities ingestel.

Die Informatikastudente leer ook in hulle eerste jaar hoe om te programmeer, maar in hulle tweede jaar fokus hulle meer op die ontwerp van databasisse en elektroniese handelswebruimtes. Daar word veral gekonsentreer op die voorstelling van sakeloga en sakebeperkings eerder as op die interne werking van sodanige stelsels. Die derde jaar word gewy aan programmatuur-ingenieurswese en projekbestuur. Die studente moet ook in hulle derde jaar 'n projek uitvoer: Hulle moet eers die behoeftes van die kliënt bepaal en dan die projek uitvoer en implementeer (Olivier, 2002).

Daar dien ook gelet te word op die feit dat die steekproewe wat in die huidige studie gebruik is, sodanig saamgestel is dat die Informatikagroep slegs uit studente bestaan het

wat vir Informatika ingeskryf was, terwyl baie van die studente in die Rekenaarwetenskapgroep vir albei vakke ingeskryf was.

Die resultate van die huidige studie word grootliks gesteun deur die bevindinge van Ananthakrishnan (1980) wat gevind het dat studente in landbou vergeleke met studente in ingenieurswese, wiskunde vergeleke met nie-wiskunde, en professionele rigtings vergeleke met nie-professionele rigtings, statisties beduidend van mekaar verskil ten opsigte van konsepvorming.

Ook die resultate van Mohanna en Al-Heeti (1989) steun die bevindinge van die huidige studie. Hul wiskundig ge-oriënteerde studente het baie beter gevaar as hul taalstudente in die toets van konsepverwerwing wat gebruik is.

Die rekenarisering van die KVT blyk 'n groot sukses te wees. Dit behoort tot groter gebruik van die toets aanleiding te gee. Wat die geldigheid van die KVT betref, is daar ook belowende resultate. Die KVT behoort veral 'n bydrae te lewer in die keuring van Rekenaarwetenskapstudente. Verdere navorsing hieroor is egter noodsaaklik.

BEDANKINGS

Mnr Johann Carstens word hartelik bedank vir die rekenarisering van die Konsepverwerwingstoets, en mnr Janes du Toit van die Statistiese Konsultasiediens van die RAU, vir al die berekeninge wat hy gedoen het. Ons waardeer dit opreg.

VERWYSINGS

- Ananthakrishnan, P. (1980). An experimental study relating concept formation to various professional and non-professional courses among men students. *Journal of Psychological Researches*, 24, 1-7.
- Berlyne, D.E. (1965). *Structure and direction in thinking*. New York: Wiley.
- Bolton, N. (1977). *Concept formation*. New York: Pergamon Press.
- Bruner, J.S. (1973). *Beyond the information given*. New York: W.W. Norton & Company.
- Bruner, J.S. (1983). Function and strategy in thinking: A revisit. *Archives-de-Psychologie*, 51 (196), 177-181.
- Bruner, J.S., Goodnow, J.J. & Austin, G.A. (1990). *A study of thinking* (2^e ed.). New Brunswick: Transaction Publishers.
- Coulter, M.A. (1967). A general method for scoring a class of concept attainment tasks by means of an electronic computer. *Psychologia Africana*, 11, 182-188.
- Gagné, R.M. & Fleishman, E.A. (1959). *Psychology and human performance - an introduction to Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Hanfmann, E. & Kasanin, J. (1937). A method for the study of concept formation. *Journal of Psychology*, 3, 521-540.
- John, E.R. & Miller, J.G. (1957). The acquisition and application of information in the problem-solving process: An electronically operated logical test. *Behavioral Science*, 2, 291-300.
- Johnson-Laird, P.N. (1993). *Human and Machine Thinking*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Jordaan, W.J. & Jordaan, J.J. (1984). *Mens in konteks*. Johannesburg: McGraw-Hill.
- Jusczyk, P.W. & Klein, R.M. (1980). *The nature of thought-essays in honor of D.O. Hebb*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Maag, C.H. (1957). Development of a conceptual reasoning test. *Educational and Psychological Measurement*, 17, 230-239.
- Margolis, E. & Laurence, S. (1999). *Concepts - core readings*. Cambridge: MIT Press.

- Mohanna, A.H. & Al-Heeti, K.N. (1989). Mathematical information processing skills and concept attainment. *Journal of Experimental Education*, 58 (1), 21-27.
- Olivier, M. (2002). Persoonlike mededeling deur prof Olivier, dosent in rekenaarwetenskap, Universiteit van Pretoria.
- Plug, C., Meyer, W.F., Louw, D.A. & Gouws, L.A. (1987). *Psigologie-woordeboek* (2^e ed.). Johannesburg: McGraw-Hill.
- Ray, W.S. (1955). Complex tasks for use in human problemsolving research. *Psychological Bulletin*, 52, 134-149.
- Schepers, J.M. (1959). *Die Konsepverwerwingstoets*. Princeton University, Princeton, NJ.
- Schepers, J.M. (1971). Die konstruksie en evaluering van 'n toets van konsepverwerwing. *Suid Afrikaanse Sielkundige*, 1 (1), 19-40.
- Sinha, A.K. (1977). Research in cognitive psychology. *Indian Journal of Psychology*, 52 (2), 183-190.
- Spitzer, D.R. (1977). *Concept formation and learning in early childhood*. Columbus, Ohio: Charles Merrill.
- Vinacke, W.E. (1974). *The psychology of thinking*. New York: McGraw-Hill.
- Vygotski, L.S. (1978). *Mind in society*. Massachusetts: Harvard University.