

Kennis, oortuigings en klaskamerpraktyke van VOO wiskunde- onderwysers met betrekking tot meetkunde-onderrig

ANNEKE DE KLERK

13256254

Verhandeling voorgelê vir die

graad Magister Educationis

in

Wiskunde-onderwys in die Fakulteit Opvoedingswetenskappe aan die Potchefstroom
Kampus van die Noordwes-Universiteit

Studieleier: Dr. S.M. Nieuwoudt

Mei 2016

Met liefde opgedra aan my ma, Annatjie Brooks,
en man, Adriaan, en kinders, Carla, Eben en Anja

VERKLARING

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk vervat in hierdie verhandeling / proefskrif, my eie oorspronklike werk is en dat ek dit nie voorheen, in geheel of gedeeltelik, by enige universiteit ingedien het vir 'n graad nie.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters that appear to be 'Bh'.

Handtekening / Signature

16 Oktober 2015

Datum / Date

Kopiereg©2016 Noordwes Universiteit (Potchefstroom Kampus)

Copyright©2016 North West University (Potchefstroom Campus)

Alle regte voorbehou / All rights reserved

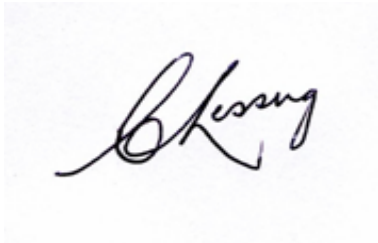
Gerrit Dekkerstraat 1
POTCHEFSTROOM
2531
20 Oktober2015

Me Anneke deKlerk
Noordwes-Universiteit
POTCHEFSTROOM

VERKLARING: NASIEN VAN BRONNELYS

Hiermee verklaar die ondergetekende dat hy die bronnelys vir die studie van me.
Anneke de Klerk volgens die nuutste voorskrifte van die Senaat van die Noordwes-
Universiteit tegnies nagesien en versorg het.

Die uwe

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'CJH Lessing', is written on a light-colored rectangular background.

Prof CJH LESSING

VERKLARING

Hiermee verklaar ek, Clarina Vorster (ID: 710924 0034 084),
Taafversorger en Vertaler en lid van die Suid-Afrikaanse
Vertalersinstituut (SAVI lidnommer 1003172) dat ek die
skripsie van me A de Klerk, student by die Noordwes
Universiteit (studentenommer: 13256254) taalkundig
versorg het.

*Titel van die skripsie Kennis, oortuigings en
klaskamerpraktyke van VOO Wiskunde-onderwysers met
betrekking tot meetkunde-onderrig*

C Vorster

29 sept 2015

C Vorster

Datum

Lanyonstr 9

Potchefstroom

082 440 4102

cvlanguage.editing@gmail.com

Erkennings

Ek wil graag erkenning gee aan die volgende persone en instansies vir hul bystand tydens my studie:

- Die Noordwes-Universiteit vir die nagraadse beurs wat dit moontlik gemaak het om verdere studie te kon voortsit.
- Dr. Susan Nieuwoudt, my studieleier. Baie dankie vir u raad, geduld, terugvoering en moeite met my studies. Ek waardeer elke e-pos en lang telefoongesprek. Baie dankie vir u motivering en vriendelikheid en die professionele wyse waarop u my raad gegee het.
- Die deelnemers aan die studie. Baie dankie aan elke skool, onderwyser en leerder wat deel was van my studie. Ek het baie van julle geleer.
- Prof. Casper Lessing vir die versorging van die bronnelys.
- Mev. Clarina Vorster vir die taalversorging.
- My man, Adriaan, vir behalwe die tegniese versorging, ook vir sy motivering en geduld.
- My kinders, Carla, Eben en Anja, vir julle opoffering en onderskraging om my studies te voltooi.
- Laastens, aan God al die eer. “Ek is tot alles in staat deur Hom wat my krag gee.” (Fil. 4:13). Sonder U is ek niks en ek wil alles tot U eer doen.

Opsomming

Vanaf 2014 word die Graad 12- leerders weer oor Euklidiese meetkunde geëksamineer. Dit beteken dat onderwysers weer na sewe jaar Euklidiese meetkunde as deel van die kernkurrikulum moet onderrig. Die doel van die studie was om ondersoek in te stel na die verband tussen wiskunde-onderwysers se kennis, oortuigings en klaskamerpraktyke in die onderrig van Euklidiese meetkunde.

Om hierdie doel te bereik, is 'n verkennende gevallestudie onderneem om die aard van die deelnemers se kennis en oortuigings te ondersoek, soos dit in hulle klaskamerpraktyke geblyk het. Die deelnemers aan die studie was 20 wiskunde-onderwysers van vyf stedelike skole, drie staatskole en twee privaatskole in die Oos-Kaap. Een van die vyf skole se onderrigmedium is Afrikaans, terwyl drie se onderrigmedium Engels is en een skool se onderrigmedium Afrikaans en Engels is.

Die studie is vanuit die konstruktivistiese-interpretivistiese paradigma gedoen. In hierdie kwalitatiewe ondersoek is daar van verskeie wyses van data-insameling gebruik gemaak, naamlik vraelyste, semi-gestruktureerde individuele onderhoude en die verkryging van leerders se meetkundeboeke. Daar is van inhoudsanalise gebruik gemaak om 'n geheelbeeld te probeer verkry van die verband tussen die oortuigings en kennis van 'n wiskunde-onderwyser en sy/haar klaskamerpraktyk in die onderrig van Euklidiese meetkunde.

Uit die resultate het dit geblyk dat daar 'n sterk verband bestaan tussen wiskunde-onderwysers se oortuigings, kennis en klaskamerpraktyke in die onderrig van Euklidiese meetkunde is. Meer spesifiek het dit geblyk dat onderwysers met 'n platonistiese oortuiging oor die aard, leer en onderrig van wiskunde 'n tradisionele klaskamerpraktyk sal hê. Onderwysers met 'n probleemgedrewe oortuiging oor die aard, leer en onderrig van wiskunde sal egter 'n meer hervormde klaskamerpraktyk beoefen.

Sleutelwoorde vir indeksering: Euklidiese meetkunde, Van Hiele-denkvlakke, wiskunde, wiskunde-onderwyser, klaskamerpraktyke, klaskamerdiskoers, leeromgewing, leer- en onderrigstrategieë, wiskundetake, gebruik van tegnologie,

oortuigings, vakinhoudelijke kennis, pedagogiese inhoudskennis, kurrikulumkennis, kennis van leeromgewing, refleksie en klaskamernorme.

Summary

Since 2014 the Grade 12 learners are once again being examined on Euclidean geometry. This means that teachers must teach Euclidean geometry again as part of the core Mathematics curriculum. The purpose of this study was to investigate the relationship between mathematics teachers' knowledge, beliefs and classroom practices in the teaching of Euclidean geometry.

To achieve this goal, an exploratory case study was undertaken to investigate the nature of the participants' knowledge and beliefs, as it came out in their classroom practices. The participants in the study were 20 mathematics teachers from five urban schools, three public schools and two private schools in the Eastern Cape. Afrikaans is the language of instruction for one of the five schools, while three of them are English medium and at one school the language of instruction is English and Afrikaans.

The study was done from the interpretive, constructivist paradigm. In this qualitative study, various ways of data collection were used, namely questionnaires, semi-structured individual interviews and the obtaining of learners' geometry books. Content analysis was used to attempt to find the relationship between the beliefs and knowledge of a mathematics teacher and his/her classroom practice in the teaching of Euclidean geometry. More specifically, it appeared that teachers with a platonic belief about the nature, teaching and learning of mathematics, will have a traditional classroom practice. Teachers with a problem-solving belief about the nature, teaching and learning of mathematics, will have a more reformed classroom practice.

Keywords for indexing: Euclidean geometry, Van Hiele levels , mathematics, mathematics teacher, classroom practices, classroom discourse, learning environment, teaching and learning strategies, mathematics tasks, use of technology, beliefs, subject knowledge, pedagogical content knowledge, knowledge about the curriculum, learning environment and classroom norms.

INHOUDSOPGAWE

1.	PROBLEEMSTELLING, DOEL VAN STUDIE EN METODE VAN ONDERSOEK	
1.1	Inleiding en probleemstelling.....	2
1.2	Navorsingsdoelstelling en –doelwitte	4
1.3	Empiriese ondersoek	5
1.3.1	Navorsingsontwerp.....	5
1.3.1.1	Filosofiese raamwerk of navorsingsparadigma	5
1.3.1.2	Navorsingsmetode	7
1.3.1.3	Deelnemers aan die empiriese ondersoek	8
1.3.1.4	Data-insamelingsprosedures.....	8
1.3.1.5	Data-analisering	9
1.3.2	Die rol van die navorser.....	10
1.3.3	Geldigheid en betroubaarheid van data	10
1.3.4	Etiese aspekte.....	11
1.4	Struktuur van ondersoek en vooruitskouing	11
2.	KLASKAMERPRAKTYKE VAN WISKUNDE-ONDERWYSERS	
2.1	Inleiding.....	14
2.2	Die skep van ‘n gunstige leeromgewing	15
2.2.1	Benaderings tot leer	16
2.2.1.1	Behavioristiese benadering tot leer	16

INHOUD (vervolg)

2.2.1.2	Kognitiewe benadering tot leer	17
2.2.1.3	Konstruktivistiese benadering tot leer.....	18
2.2.2	Die daarstel van norme vir die doen en leer van wiskunde	21
2.2.3	Die bou van verhoudings vir die doen en leer van wiskunde.....	21
2.2.4	Die gebruik van tegnologie	22
2.3	Klaskamerdiskoers	25
2.3.1	Onderwyser-leerder- interaksie	26
2.3.2	Leerder-leerder- interaksie	27
2.4	Leerstrategieë.....	27
2.4.1	Kognitiewe leerstrategieë	29
2.4.2	Probleemoplossingstrategieë	31
2.4.3	Metakognitiewe leerstrategieë.....	33
2.4.4	Affektiewe leerstrategieë	34
2.4.5	Organisatoriese leerstrategieë	34
2.5	Onderrigstrategieë	34
2.5.1	Deduktiewe onderrigstrategieë.....	35
2.5.2	Induktiewe onderrigstrategieë	35
2.5.2.1	Koöperatiewe leer	36
2.5.2.2	Begeleide ontdekking	38
2.5.2.3	Die ondersoekende werkswyse.....	40
2.6	Wiskundetake	42
2.6.1	Die opstel en uitvoer van wiskundetake	42

INHOUD (vervolg)

2.6.2	Leerderbetrokkendheid en motivering	43
2.6.3	Volgorde en moeilikheidsgraad	43
2.7	Samevatting	49
3.	KENNIS EN OORTUIGINGS VAN WISKUNDE-ONDERWYSERS	
3.1	Inleiding.....	51
3.2	Wiskunde-onderwysers se oortuigings.....	51
3.2.1	Onderwysers se oortuigings oor die aard van wiskunde	51
3.2.2	Onderwysers se oortuigings oor die onderrig van wiskunde	52
3.2.3	Onderwysers se oortuigings oor die leer van wiskunde	54
3.3	Wiskunde-onderwysers se meetkundekennis	54
3.3.1	Vakinhoudelike kennis.....	54
3.3.2	Pedagogiese inhoudskennis.....	56
3.3.3	Kurrikulumkennis	66
3.3.4	Kennis van die skep en bestuur van leeromgewings.....	68
3.3.5	Kennis van die ontwikkeling van klaskamernorme	69
3.3.6	Kennis van reflektering	69
3.3.7	Kennis van die gebruik van tegnologie	69
3.4	Die verband tussen kennis, oortuigings en klaskamerpraktyk	73
4.	NAVORSINGSONTWERP EN METODOLOGIE	
4.1	Inleiding.....	76

INHOUD (vervolg)

4.2	Navorsingsontwerp.....	77
4.2.1	Filosofiese raamwerk of navorsingsparadigma	77
4.2.2	Navorsingsmetodologie	78
4.2.3	Deelnemers aan die studie.....	78
4.2.4	Data-insameling	80
4.2.4.1	Vraelyste	81
4.2.4.2	Onderhoude	83
4.2.4.3	Die insameling van meetkundeboeke.....	84
4.2.5	Metode van data-analisering	84
4.3	Betroubaarheid en geldigheid van die bevindings.....	90
4.3.1	Geloofwaardigheid	90
4.3.2	Toepaslikheid van die bevindings.....	91
4.3.3	Navorsingskonsekwenheid.....	91
4.3.4	Bevestigbaarheid.....	91
4.4	Etiese oorwegings.....	92
4.4.1	Toestemming.....	92
4.4.2	Vrywillige deelname	92
4.4.3	Vertroulikheid	92
4.5	Samevatting	93

INHOUD (vervolg)

5.	KENNIS, OORTUIGINGS EN KLASKAMERPRAKTYKE VAN VOO WISKUNDE-ONDERWYSERS MET BETREKKING TOT MEETKUNDE- ONDERRIG	
5.1	Inleiding.....	95
5.2	Deelnemers se profiele	95
5.3	Bespreking van die resultate van deelnemers se oortuigings, kennis en klaskamerpraktyk ten opsigte van meetkunde-onderrig	96
5.3.1	Deelnemers met 0 – 4 jaar onderwysondervinding	97
5.3.2	Deelnemers met 5 – 9 jaar onderwysondervinding	103
5.3.3	Deelnemers met 10 – 14 jaar onderwysondervinding	109
5.3.4	Deelnemers met meer as 14 jaar onderwysondervinding.....	112
5.3.5	Die vergelyking van al die resultate	120
5.4	Samevatting	123
6.	SAMEVATTING VAN BEVINDINGS, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS	
6.1	Inleiding.....	126
6.2	Oorsig van die verloop van die studie.....	126
6.3	Samevatting van bevindings	127
6.3.1	Teoretiese bevindings	127
6.3.1.1	Wat onder klaskamerpraktyk verstaan word.....	127
6.3.1.2	Watter oortuigings wiskunde-onderwysers ten opsigte van die onderrig en leer van meetkunde het	128
6.3.1.3	Die soort kennis wat nodig is vir die onderrig van wiskunde, en meer	

INHOUD (vervolg)

	spesifiek vir die onderrig van skoolmeetkunde	129
6.3.1.4	Tot watter mate wiskunde-onderwysers se oortuigings en kennis hul klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig van meetkunde beïnvloed.....	130
6.3.2	Empiriese bevindings	131
6.3.2.1	Die oortuigings van die deelnemers ten opsigte van die aard, onderrig en leer van meetkunde	131
6.3.2.2	Die soort kennis wat volgens die deelnemers nodig is vir die onderrig van meetkunde.....	131
6.3.2.3	Die klaskamerpraktyk van die deelnemers	132
6.3.2.4	Tot watter mate die deelnemers se oortuigings en kennis hulle klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig van meetkunde beïnvloed.....	132
6.4	Gevolgtrekkings	133
6.5	Tekortkomings van die studie.....	134
6.6	Aanbevelings	134
6.7	Slotwoord.....	135
	BIBLIOGRAFIE.....	136
	BYLAAG A: Toestemmingsbrief van department.....	151
	BYLAAG B: Voorbeeld van toestemmingsbrief aan hoofde van deelnemende Skole.....	153
	BYLAAG C: Voorbeeld van toestemmingsbrief aan deelnemende wiskunde-onderwysers.....	156

INHOUD (vervolg)

BYLAAG D:	Voorbeeld van toestemmingsbrief aan ouers/voogde van leerders wat hulle meetkundeboeke beskikbaar gestel het...	...158
BYLAAG E:	Vraelys.....	...161
BYLAAG F:	Onderhoudvrae.....	...185
BYLAAG G:	Etiese goedkeuring.....	186

LYS VAN TABELLE

Tabel 3.1	Van Hiele se leërfases (visuele vlak / vlak 1)	62
Tabel 3.2	Van Hiele se leërfases (beskrywende vlak / vlak 2)	63
Tabel 3.3	Van Hiele se leërfases (teoretiese vlak / vlak 3)	64
Tabel 4.1	Die tipe en doel van elke vraag in die vraelys	82
Tabel 4.2	Kategorieë en subkategorieë gebruik in data-analise	87
Tabel 5.1	Deelnemers se profiele gebaseer op hul onderwyservaring en kwalifikasies	95
Tabel 5.2	Deelnemers met 0 – 4 jaar onderwysondervinding	98
Tabel 5.3	Deelnemers met 5 - 9 jaar onderwysondervinding	104
Tabel 5.4	Deelnemers met 10 - 14 jaar onderwysondervinding	110
Tabel 5.5	Deelnemers met meer as 14 jaar onderwysondervinding	113

LYS VAN FIGURE

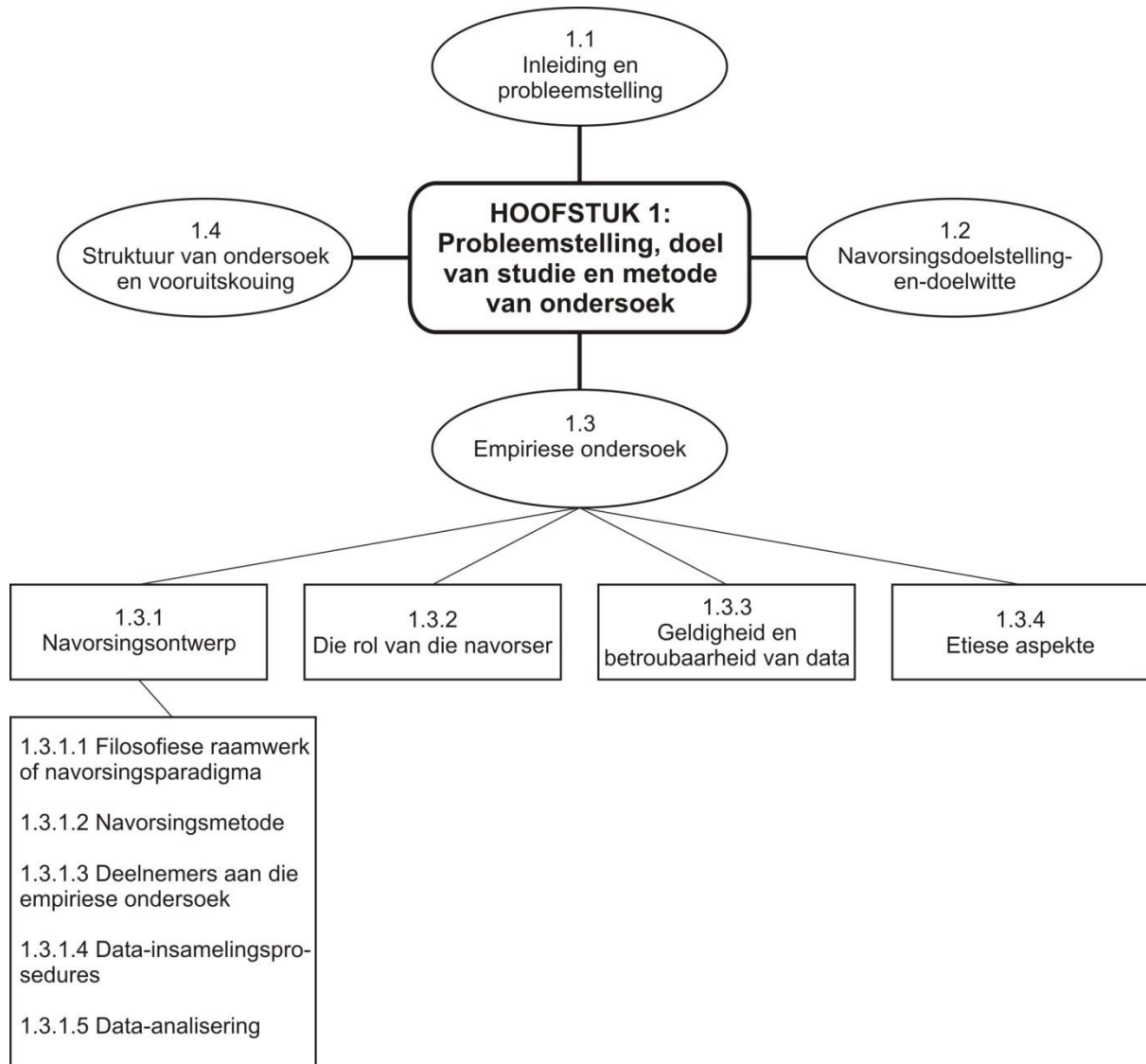
Figuur 2.1:	Komponente van klaskamerpraktyk (aangepas uit Franke <i>et al.</i> , 2007 & Artzt <i>et al.</i> , 2008)	15
-------------	---	----

INHOUD (vervolg)

Figuur 2.2	Die middelpuntshoek in 'n sirkel is twee keer die omtrekshoek wat deur dieselfde boog onderspan word	24
Figuur 2.3	'n Voorbeeld van die gebruik van kognitiewe uitbreiding-leerstrategieë	30
Figuur 2.4	'n Voorbeeld waar probleemoplossingstrategieë gebruik word	32
Figuur 2.5	Voorbeeld van 'n taak wat deur middel van koöperatiewe leer uitgevoer kan word.....	37
Figuur 2.6	Voorbeeld van 'n taak wat deur middel van begeleide ontdekking uitgevoer kan word.....	39
Figuur 2.7	'n Voorbeeld van 'n taak waar van die ondersoekende werkswyse gebruik gemaak word.....	41
Figuur 2.8	'n Voorbeeld van 'n vraag op die kennisvlak	45
Figuur 2.9	'n Voorbeeld van 'n vraag waar leerders roetine prosedures moet toepas	46
Figuur 2.10	Voorbeeld van 'n vraag waar daar van leerders verwag word om komplekse prosedures uit te voer ten einde die oplossing te kry	47
Figuur 2.11	'n Voorbeeld waar daar van leerders verwag word om probleemoplossingstrategieë toe te pas.....	48
Figuur 3.1	Van Hiele se huidige model van onderrig (Teppo, 1991:210)	59
Figuur 3.2	Die ondersoek na die areas van veelhoeke en binneveelhoek deur van Geometer's Sketchpad gebruik te maak	71
Figuur 3.3	Tegnologie soos GSP en Geogebra is dinamiese, kragtige onderrig en leergereedskap van wiskundeonderwys	73

INHOUD (vervolg)

Figuur 3.4	Die verband tussen klaskamerpraktyk, kennis en oortuigings van wiskunde-onderwysers (aangepas uit Ernest, 1989, Van der Sandt & Nieuwoudt, 2003, Franke <i>et al.</i> , 2007 & Artzt <i>et al.</i> , 2008).....	75
Figuur 4.1	Voorstelling van die data-insamelingsproses	81
Figuur 4.2	Mayring (2000) se stapsgewysemodel van inhoudsanalis waarvolgens die data-analise gedoen is.	85
Figuur 5.1	Vergelyking van die oortuigings van die deelnemers	120
Figuur 5.2	Vergelyking van die kennis waaroor wiskunde-onderwysers behoort te beskik.....	121
Figuur 5.3	Vergelyking van die klaskamerpraktyke van die deelnemers.....	122
Figuur 5.4	'n Opsomming van die resultate.....	123



HOOFSTUK 1: PROBLEEMSTELLING, DOEL VAN STUDIE EN METODE VAN ONDERSOEK

1.1 Inleiding en probleemstelling

Dit is duidelik dat die Suid-Afrikaanse skoolkurrikulum sedert die begin van die negentigerjare ingrypende veranderinge ondergaan het (Bennie & Newstead, 1999:151). Ná die Apartheidsera, het die Minister van Onderwys in 1995 aangekondig dat daar 'n nuwe onderwysstelsel geïmplementeer gaan word, naamlik die Uitkomsgebaseerde Onderwysstelsel (UGO). Dié kurrikulum is in 1997 bekendgestel en het as Kurrikulum 2005 bekend gestaan. Die kurrikulum was politiek geïnspireer en 'n poging van die staat om ongelyke onderwyssisteme te herkonstrueer en gelyke onderwysgeleenthede vir alle Suid-Afrikaanse leerders in plek te stel. Kurrikulum 2005 is in 2002 hersien en is as die Hersiene Nasionale Kurrikulum Verklaring (HNKV) vir graad R-9 bekend gestel, terwyl die NKV vir die VOO-fase (graad 10-12) eers in 2006 geïmplementeer is. Dit het tot gevolg gehad dat graad 12 leerders in 2008 die eerste uitkomsgebaseerde Nasionale Senior Sertifikaat eksamen geskryf het.

Vanaf 2008 is Euklidiese meetkunde in sy tradisionele vorm van stellingherkenning en bewyskonstruksie uit die graad 10–12-kernkurrikulum gehaal (Van Putten *et al.*, 2010:23). Dit was van toe af deel van die opsionele derde vraestel. In 2008 het slegs 3,8% van die graad 12-wiskundeleerders die opsionele vraestel 3 geskryf. Van diegene wat dit wel geskryf het, het ongeveer die helfte minder as 30% daarvoor behaal. Die afwesigheid van bewysvoering in die kurrikulum het die wiskundige ervaring van alle leerders verarm.

Een van die hoofredes vir die uitsluiting van Euklidiese meetkunde uit die kernkurrikulum, was dat onderwysers nie oor genoegsame inhoudskennis van Euklidiese meetkunde beskik het nie (Bowie, 2009:9). Dit wil voorkom asof onderwysers se oortuigings, houdings en kennis ten opsigte van Euklidiese meetkunde bepaal of hul die inhoud van die derde vraestel sou onderrig of nie.

Universiteite was gekant teen die uitsluiting van Euklidiese meetkunde uit die kernkurrikulum, want dit het 'n gebrek aan samehang in die studie van ruimte en

vorm veroorsaak en die geleentheid om met bewysvoering te werk, het tot niet gegaan (Bowie, 2009:8). Verskeie fakulteite van universiteite skryf die gebrek aan logiese redenering by wiskundestudente hoofsaaklik toe aan die beperkte onderrig van meetkunde in die skoolkurrikulum.

Vanaf 2014 volg die graad 12 leerders die nuwe “KABV” (Kurrikulum- en Assesseringsbeleidsverklaring) waarvolgens hulle ook, onder andere, oor Euklidiese meetkunde geëksamineer gaan word. Hierdie studie se fokus was op die insluiting van Euklidiese meetkunde in die kernkurrikulum en hoe onderwysers se oortuigings ten opsigte van en kennis van wiskunde in die breë die onderrig van Euklidiese meetkunde beïnvloed. Met die insluiting van Euklidiese meetkunde in die kernkurrikulum (KABV), ontstaan die vraag na hoe effektief wiskunde-onderwysers hierdie gedeelte sal kan onderrig, asook watter invloed wiskunde-onderwysers se oortuigings en kennis op hul klaskamerpraktyke met betrekking tot die onderrig van Euklidiese meetkunde het.

Die klaskamerpraktyk van onderwysers word sterk beïnvloed deur hul kennis (Ball & Bass, 2000:88). Wát die onderwyser wéét, is een van die belangrikste komponente wat ’n impak het op wat in die klaskamer gedoen word. Onderwysers se optrede word direk beïnvloed deur hul kennis. Onderwysers se wiskundige denke is direk afhanklik van hul kapasiteit om die verskillende soorte kennis (kyk 3.3) te herroep.

Klaskamerpraktyk kan beskryf word as ’n sosiale omgewing waar die onderwyser en leerders in ’n verhouding tot mekaar staan wat kan lei tot die geleentheid om kennis te konstrueer en te vermeerder deur kommunikasie tussen die onderwyser en leerders en tussen leerders onderling, die bou van ’n leeromgewing deur norme vir die doen en leer van wiskunde daar te stel, geskikte onderrigstrategieë aan te wend en uitdagende take op te los (Ernest, 1989b:14; Van der Sandt & Nieuwoudt, 2003:100; Franke *et al.*, 2007:230-240; Artzt *et al.*, 2008:10).

’n Onderwyser se vermoë om betekenisvolle klaskameraktiwiteite te skep, kan teruggevoer word na die oortuigings wat ’n onderwyser mag hê (Zakaria & Maat, 2012:191). Dit sluit oortuigings oor die aard van wiskunde, die oortuigings oor die onderrig van wiskunde en ook oortuigings oor die leer van wiskunde, in.

Plotz (2007:67-68), Handal (2013:48) en Stipek *et al.* (2001:215) ondersteun Ernest (1989) se siening dat daar tussen drie soorte oortuigings onderskei kan word wat die onderwysers mag hê ten opsigte van wiskunde, naamlik die instrumentalistiese, die platonistiese sienings of oortuigings en 'n oortuiging wat klem op die probleemoplossende aanbieding van wiskunde lê.

Oortuigings kan ernstige gevolge inhou vir die implementering van kurrikulumveranderinge, aangesien onderwysers se oortuigings dikwels nie met die oortuigingsstelsel wat onderliggend aan die kurrikulumhervorming is, ooreenkom nie (Handal, 2013:48). Selfs al sou die onderwysers se oortuigings wel met die kurrikulumhervorming ooreenkom, maak die tradisionele aard van die onderwysstelsels dit soms vir onderwysers moeilik om hul oortuigings in hul klaskamers uit te leef.

Hierdie studie het op wiskunde-onderwysers se oortuigings, kennis en klaskamerpraktyk gefokus. Koellner *et al.* (2007:275) is van mening dat, om 'n visie vir skoolwiskunde te bereik, is geen faktor belangriker as die onderwyser nie. 'n Onderwyser moet oor grondige kennis van wiskunde (meetkunde) beskik, moet glo in die potensiaal van die vak en die leerders en moet 'n positiewe gesindheid handhaaf. Dit is ook die onderwyser wat die leerders moet motiveer oor wiskunde, spesifiek meetkunde, en die rol wat dit in hul lewens kan speel.

Die studie het dus ten doel gehad om tot beter begrip te kom van hoe meetkunde tans in Suid-Afrika onderrig word en wat die aard van wiskunde-onderwysers se kennis en oortuigings is, asook om die verband tussen kennis, oortuigings en klaskamerpraktyke van wiskunde-onderwysers met spesifieke verwysing na die onderrig van meetkunde in die VOO-fase beter te begryp.

1.2 Navorsingsdoelstelling en -doelwitte

Die hoofdoel van hierdie studie was om die verband tussen wiskunde-onderwysers se oortuigings en kennis en hul klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig en leer van Euklidiese meetkunde in graad 10 – 12 (VOO fase) te ondersoek. In die besonder is die volgende doelwitte nagestreef:

- 1) wat onder klaskamerpraktyk verstaan word (Hoofstuk 2);

- 2) watter oortuigings wiskunde-onderwysers ten opsigte van die onderrig en leer van meetkunde het (Hoofstuk 3);
- 3) watter soort kennis nodig is vir die onderrig van wiskunde, en meer spesifiek vir die onderrig van skoolmeetkunde (Hoofstuk 3);
- 4) tot watter mate wiskunde-onderwysers se oortuigings en kennis hulle klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig van meetkunde beïnvloed (Hoofstukke 2, 3 en 5).

1.3 Empiriese ondersoek

In die lig van die literatuurstudie wat onderneem is, (kyk hoofstuk 2 en 3), het die empiriese ondersoek gevolg; om die verband tussen wiskunde-onderwysers se oortuigings en kennis en hul klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig en leer van Euklidiese meetkunde te ondersoek.

1.3.1 Navorsingsontwerp

Die navorsingsontwerp (die raamwerk of plan van aksie) wat in hierdie studie gevolg is sluit die volgende vyf elemente in: filosofiese raamwerk, navorsingsmetode, deelnemers aan die empiriese ondersoek, data-insameling en data-analiseringsprosedures (Ivankova, Creswell & Clark, 2007:255).

Volgens Creswell (2009:3-20) is daar 'n keuse tussen drie soorte navorsingsmetodes, naamlik kwalitatief, kwantitatief en gemengde metodes, wat deur die filosofiese wêreldbeskouings bepaal word.

1.3.1.1 Filosofiese raamwerk of navorsingsparadigma

Nieuwenhuis (2007:47) definieer 'n paradigma as 'n stel aannames of oortuigings oor fundamentele aspekte van die realiteit wat tot 'n spesifieke wêreldbeskouing aanleiding gee. Dit kan verder beskou word as die lens waardeur ons na die wêreld kyk. Verskillende lense het te make met verskillende aannames ten opsigte van hoe ons die wêreld probeer verstaan.

Die empiriese ondersoek is vanuit 'n interpretivistiese paradigma gedoen (kyk 4.2.1). Volgens Nieuwenhuis (2007: 58) is 'n interpretivistiese paradigma in die negentiende eeu ontwikkel as 'n filosofiese teorie van begrip en betekenis, asook dié van letterlike

interpretasie. Hierdie teorie/raamwerk is verder ontwikkel en daar is tot die uiteindelijke slotsom gekom dat, ten einde 'n geheel te verstaan, dit belangrik is om die verskillende dele te verstaan en *vice versa*. Die interpretivistiese paradigma is gebaseer op sekere veronderstellings: interpretiviste glo dat die menslike lewe net regtig verstaan kan word "from within". Hulle fokus dus op die mens se subjektiewe ervarings, op hoe mense die sosiale wêreld bou deur idees met mekaar te deel en ook hoe hulle op mekaar inwerk. 'n Verdere aanname is dat sosiale lewe 'n menslike produk is. Die realiteit word dus nie objektief bepaal nie, maar dit is sosiaal gekonstrueer. Die menslike verstand is die bron van betekenis. Daar word gepoog om die geheel ook beter te begryp. Die menslike gedrag word beïnvloed deur kennis van die sosiale wêreld. Die wesenskenmerke van die interpretivistiese paradigma is dus om sin te maak van wat gesien, gehoor en verstaan word. Die kenner en die realiteit kan nie van mekaar geskei word nie en so ook nie die interpretasies van die navorser van sy/haar agtergrond, geskiedenis en deurleefde ervaring nie (Creswell, 2009:176).

Aangesien ek die aanname ondersteun dat wiskunde (en kennis) gekonstrueer en gebaseer word op voorkennis, maar ook dat wiskunde (kennis) se oorsprong sosiaal of kultureel van aard is, is die interpretivistiese paradigma sosiaal konstruktivisties van aard (Nieuwenhuis, 2007:51). Konstruktivisme impliseer 'n subjektiewe benadering wat klem lê op die uniekheid van 'n sekere situasie. Die klem is op die sosiale konstruksie van mense se idees en konsepte, op hoe en waarom hulle met mekaar omgaan en hul motiewe en verhoudings (Nieuwenhuis, 2007:54).

Ek stem saam met Ollerton (2009:78) dat sosiale interaksie, groepwerk, probleemoplossing en leerder-gesentreerde onderrig 'n ongelooflike belangrike rol speel in 'n leerder se konstruksie van sy/haar eie kennis. Hierdie beginsels van sosiale konstruktivisme, onder andere, sal dus 'n pertinente invloed op onderwysers se benaderings tot onderrig hê. Leerders kan, veral in terme van die leer van Euklidiese meetkunde, kennis konstrueer deur interaksie met ander leerders. Ek glo dat die onderwyser se rol in die klas grotendeels dié van 'n fasiliteerder moet wees, en nie slegs dié oordraer van kennis na die leerders toe nie. Die onderwyser se rol is dus om die leerders te lei tot begrip.

Só 'n raamwerk help navorsers om 'n verband te sien tussen die abstrakte en konkrete, die teoretiese en die empiriese en om hierdie redes is dié studie ook vanuit die interpretivistiese raamwerk (kyk 4.2.1) gedoen. Daar is gepoog om te verstaan hoe onderwysers se oortuigings en kennis oor wiskunde, al dan nie, hul klaskamerpraktyk, met spesifieke verwysing na die onderrig van Euklidiese meetkunde, beïnvloed.

1.3.1.2 Navorsingsmetode

Kwalitatiewe navorsing poog om komplekse situasies beter te verstaan deur verbale en nie-verbale data in te samel, ten einde data te interpreteer. Wanneer daar geleer word uit individue se ervaring en interaksie met hulle sosiale wêreld, word dit as 'n interpretivistiese kwalitatiewe metode gesien (Merriam, 2002:5). Die fokus van die empiriese ondersoek was om die verband tussen die oortuigings en kennis van 'n wiskunde-onderwyser en sy/haar klaskamerpraktyk te ondersoek.

Die tipe kwalitatiewe navorsingsmetode wat gebruik is, is 'n verkennende gevallestudie (kyk 4.2.2). 'n Gevallestudie kan 'n enkele persoon of 'n groep persone insluit wie se ingesamelde data geanaliseer word en kan ook 'n ander groep(e) insluit om die geloofwaardigheid van die studie te bevorder (Cohen *et al.*, 2001; Nieuwenhuis, 2007). 'n Kwalitatiewe gevallestudie ondersoek dus 'n verskynsel binne-in sy werklike konteks. Verder kan gevallestudies die konsep van oorsaak en gevolg in werklike konteks vestig (Cohen *et al.*, 2001:181). Hierdie gevallestudie bestaan uit 'n groep VOO wiskunde-onderwysers (kyk 4.2.3). Ek het meer te wete gekom ten opsigte van hulle klaskamerpraktyke en die aard van hul kennis en oortuigings. Verder is die verhouding tussen hul klaskamerpraktyk, kennis en oortuigings verken. Die aard van die data wat ingesamel is, is dus kwalitatief en die aard van die gevallestudie beskrywend (Merriam, 2002:6).

My rol in die proses van data-insameling en data-analise was dominant en instrumenteel van aard (kyk 1.3.2).

1.3.1.3 Deelnemers aan die empiriese ondersoek

'n Steekproef kan gedefinieer word as 'n gedeelte van 'n populasie wat aan 'n bepaalde studie deelneem (Houser, 2009:131). In kwalitatiewe navorsing is die steekproef gewoonlik klein en mense word geselekteer uit diegene wat die meeste ervaring het van die verskynsel wat bestudeer word.

Kwalitatiewe navorsing poog om tot 'n beter begrip te kom van dit wat ondersoek word en om hierdie rede moet die deelnemers aan die studie doelgerig gekies word (Merriam, 2002 :12). Dit word dan doelgerigte steekproefneming genoem.

Die deelnemers wat in hierdie studie deelgeneem het, bestaan uit wiskunde-onderwysers van vyf sekondêre stedelike skole in die Oos- Kaap (kyk 4.2.3). Hierdie groep het twintig VOO wiskunde-onderwysers, met verskillende jare onderwysondervinding, ingesluit.

1.3.1.4 Data-insamelingsprosedures

Veelvuldige vorms van data-insamelingsprosedures is in hierdie studie gebruik (kyk 4.2.4). Dit het die kwaliteit en die vertrouenswaardigheid van die studie bevorder (Creswell, 2009:175).

Vraelyste is, volgens Le Grange (2000: 192), as 'n kwantitatiewe metode van data-insameling gesien en onderhoude as 'n kwalitatiewe metode van data-insameling. Vraelyste mag egter oop-einde-vrae insluit. Op dieselfde wyse kan onderhoude op verskillende wyses gebruik word – vanaf die insameling van feitlike data tot die “uitlokking” van opinies en sienings van die deelnemers.

Hierdie kwalitatiewe studie het eerstens van 'n vraelys (kyk 4.2.4.1) gebruik maak om die data in te samel. Die vraelys (kyk Bylaag E) het uit 24 vrae, wat geslote én oop-einde-vrae bevat, bestaan. Vraag 5 tot vraag 18 is aangepas uit 'n vraelys wat gebruik is in 'n vorige studie deur Adnan en Zakaria (2010:159).

Die vraelyste is aan al 20 deelnemers aan die begin van die tweede kwartaal gegee om te voltooi. Die metode van data-insameling was 'n groepadministrasie van die vraelyste by elk van die deelnemende skole. Volgens Maree en Pietersen

(2007:157) is dit 'n metode waarvolgens die navorser wag terwyl die hele groep deelnemers die vraelyste voltooi en sodoende word al die inligting gelyktydig ingesamel. Dit is goedkoop en maklik om uit te voer en ek kon help waar deelnemers met sekere vrae gesukkel het.

Semi-gestruktureerde individuele onderhoude is met die deelnemers teen die einde van die tweede kwartaal tot aan die einde van die vierde kwartaal gevoer om enige onduidelikhede, wat vanuit die vraelyste voorgekom het, uit die weg te ruim (kyk 4.2.4.2). Enige addisionele vrae en antwoorde wat uit die onderhoude voorgekom het, is ook getranskribeer.

Verder is die beste meetkunde-werkboeke en/of lêers van graad 10 -12-leerders, soos wat deur die spesifieke deelnemer gekies is, ingesamel, gefotostateer en terugbesorg (kyk 4.2.4.3).

Die doel van die vraelyste, onderhoude, asook die boeke van leerders was om inligting in te samel ten opsigte van die deelnemers se oortuigings en kennis en hulle klaskamerpraktyke.

1.3.1.5 Data-analiserings

Ek het van inhoudsanalise gebruik gemaak in 'n poging om tendense waar te neem en om 'n geheelbeeld te probeer verkry van die verband tussen die oortuigings en kennis van 'n wiskunde-onderwyser en sy/haar klaskamerpraktyk in die onderrig van Euklidiese meetkunde (kyk 4.2.4 en hoofstuk 5).

Bryman (2004:542) definieer inhoudsanalise as 'n benadering tot dokumente wat die rol van die navorser beklemtoon in die proses om sin te maak van die inligting. Daar word verder klem gelê op die verskillende kategorieë en hul doel ten opsigte van studies wat mag voortspruit uit die data en om die betekenis van die konteks waarin dit geanaliseer word, te verstaan.

Ingesamelde data is deeglik bestudeer om 'n algemene opinie daaroor te vorm. In hierdie studie is van inhoudsanalise gebruik gemaak deur die data in die vorm van tabelle (kyk 5.3) op te som (Nieuwenhuis, 2007:101). Dit is 'n proses waar daar na

die data uit alle hoeke gekyk word om die sleutelinligting te identifiseer en om te help om die data te interpreteer en te verstaan. Daar is verder na die ooreenkomste en verskille gekyk om kritiese inligting te bevestig. Gevolgtrekkings is vervolgens gemaak.

1.3.2 Die rol van die navorser

Kwalitatiewe navorsing is interpretatief van aard en ek as die navorser was direk betrokke by die deelnemers. Dit kon 'n hele reeks strategiese, persoonlike en etiese kwessies in die navorsing inbring waarop ek as die navorser bedag moes wees. Ek het die nodige agtergrondsdata aan die deelnemers verskaf sodat hulle dit wat nagevors sou word, beter kon verstaan. Verder het ek ook aan die deelnemers verslag gedoen van die stappe wat gevolg is om toestemming van die Etiese Komitee van die NWU te verkry en moes kommentaar lewer op sensitiewe etiese kwessies wat kan opduik (Creswell, 2009:177).

Die rol wat ek as navorser in hierdie studie gehad het, stem ooreen met die beskrywing van die rol van 'n navorser soos weergegee deur Maree en Van der Westhuizen (2007:41): dit was my verantwoordelikheid om die vraelys saam te stel, die vraelys as instrument te administreer, die onderhoude te voer en te transkribeer, die werkboeke en/of lêers van die leerders en beplanning van onderwysers in te samel, te fotostateer en terug te besorg en laastens die data-analise te doen. Daar was 'n goeie verhouding tussen my en die deelnemers wat my in staat gestel het om vas te stel of hul oortuigings en kennis ten opsigte van wiskunde hul klaskamerpraktyk in die onderrig van Euklidiese meetkunde beïnvloed, al dan nie.

1.3.3 Geldigheid en betroubaarheid van data

Kwalitatiewe geldigheid beteken dat die navorser die akkuraatheid van die bevindinge toets deur verskeie prosedures, terwyl kwalitatiewe betroubaarheid weer daarop dui dat die navorser se benadering deurentyd konsekwent gebly het (Creswell, 2009:190).

Nieuwenhuis (2007:80) gebruik die term vertrouenswaardigheid (kyk 4.3) en is van mening dat wanneer kwalitatiewe navorsers oor die “geldigheid en betroubaarheid” van hul navorsing praat, hulle eintlik na navorsing wat vertrouenswaardig is, verwys.

Daar is in hierdie studie van Lincoln en Guba (1985:300-317) se model gebruik gemaak om die geloofwaardigheid en betroubaarheid van die studie te verseker (kyk 4.3)

1.3.4 Etiese aspekte

Etiek kan beskou word as 'n afdeling van filosofie wat te make het met die hantering van morele vraagstukke, reg of verkeerd, goed of sleg (Fraenkel & Wallen, 2008:54-55). Navorsingsetiek poog om aan morele kwessies wat uit 'n projek mag spruit, aandag te gee vóór enige navorsing uitgevoer word. Die basiese beginsels vir etiese navorsing is onder andere om die deelnemers teen skade te beskerm, om integriteit en kwaliteit te verseker, om die deelnemers volledig in te lig oor die doel, metodes en die moontlike gebruik van die navorsingsbevindings en dat die deelname vrywillig en vry van dwang moet wees.

Die etiese aspekte van hierdie studie het die etiese klaring vanaf die NWU, toestemmingsbriewe van alle deelnemende partye en die beskerming van die deelnemers se identiteite ingesluit (kyk 4.4).

1.4 Struktuur van ondersoek en vooruitskouing

In hierdie hoofstuk is 'n probleemstelling, doel van studie en metode van ondersoek wat op 'n navorsingsvraag uitgeloop het, verskaf. Die navorsingsvraag is omgeskakel na die navorsingsdoelstelling, wat in navorsingsdoelwitte afgebreek is en afsonderlik ondersoek is, ten einde die navorsingsvraag te beantwoord. Die metode van ondersoek is uiteengesit.

In hoofstuk 2 is wiskunde-onderwysers se klaskamerpraktyke, in terme van klaskamerdiskoers, die leeromgewings, onderrigstrategieë en wiskundetake bespreek. Uit die literatuur het dit duidelik na vore gekom dat klaskamerpraktyk meer insluit as net die blote onderrig van wiskunde. Vir die doel van hierdie studie kan klaskamerpraktyk verdeel word in die volgende komponente: klaskamerdiskoers, die leeromgewings, leer- en onderrigstrategieë en wiskundetake.

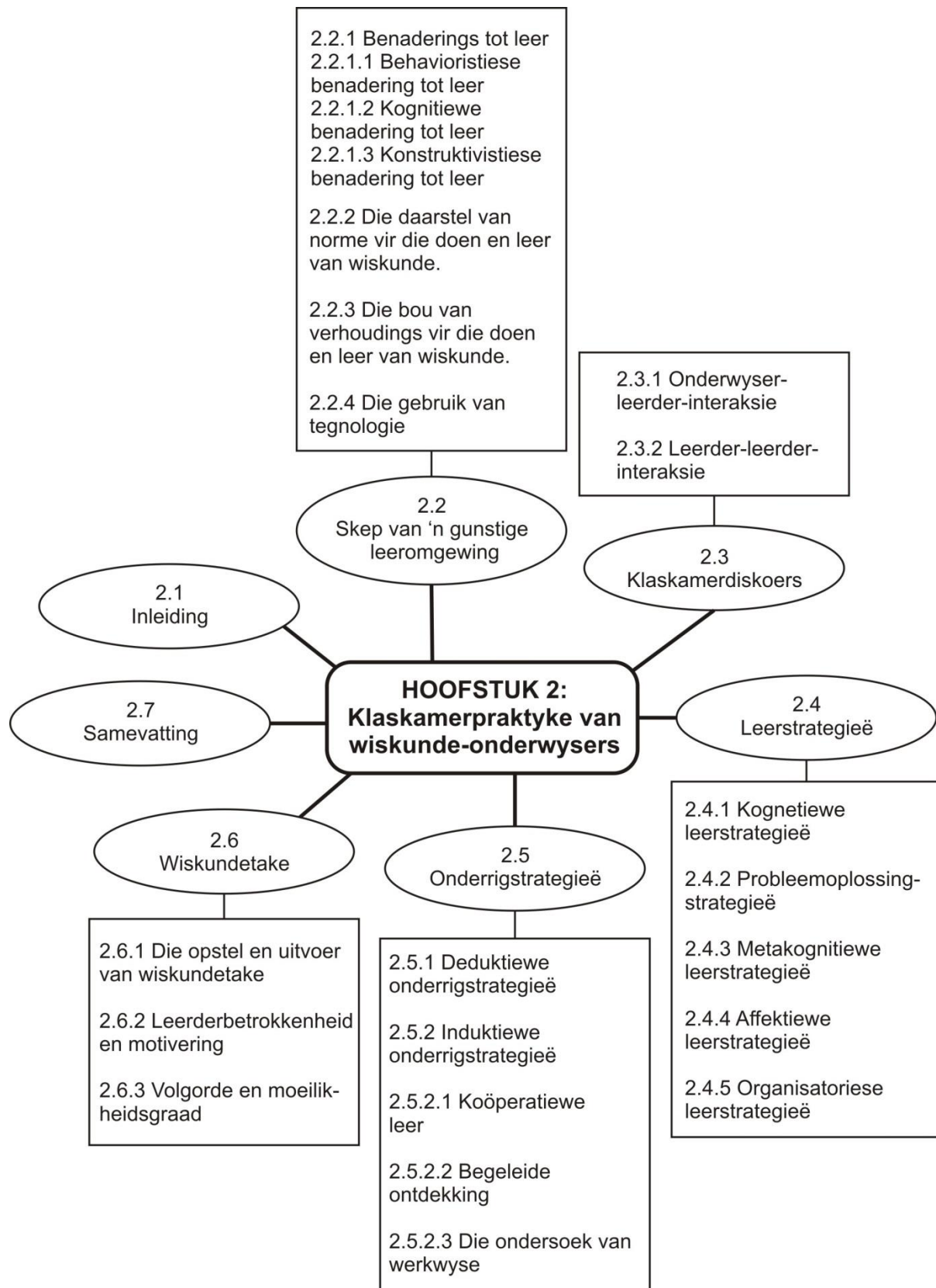
Wiskunde-onderwysers se kennis en oortuigings oor wiskunde (spesifiek, meetkunde) en die onderrig daarvan is met behulp van vorige studies uit die

literatuur in hoofstuk 3 bestudeer. Onderwysers se oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde (meetkunde) is in diepte in hoofstuk 3 bespreek. Hoofstuk 3 het ook verder wiskunde-onderwysers se meetkundekennis in terme van vakinhoudelike kennis, pedagogiese inhoudskennis, kurrikulumkennis, kennis van die skep en bestuur van leeromgewings, ontwikkeling van klaskamernorme, reflektoring en die gebruik van tegnologie bespreek.

Die empiriese ondersoek is in hoofstuk 4 uiteengesit. 'n Volledige uiteensetting van die kwalitatiewe navorsingsmetodes wat gevolg is, word dus in hoofstuk 4 aangetref.

In hoofstuk 5 is die bevindinge en interpretasie van die kwalitatiewe bevindings opgeteken, sodat die navorsingsvrae beantwoord kon word.

In hoofstuk 6 is 'n samevatting van die studie weergegee. 'n Chronologiese oorsig ten opsigte van die verloop van die studie en die teoretiese en empiriese bevindings is beskryf. Gevolgtrekkings is uit die empiriese bevindings gemaak om sodoende die navorsingsdoelwitte te bereik. Die tekortkomings van die studie is gestel en aanbevelings vir verdere en soortgelyke studies is gemaak.



HOOFSTUK 2 : KLASKAMERPRAKTYKE VAN WISKUNDE-ONDERWYSERS

2.1 Inleiding

Die probleemstelling, doel en metode van ondersoek ten opsigte van die kennis, oortuigings en klaskamerpraktyke van VOO-wiskunde-onderwysers met betrekking tot meetkunde-onderrig, is in hoofstuk 1 bespreek. In hoofstuk 2 word wiskunde-onderwysers se klaskamerpraktyke bespreek. Die konseptuele raamwerk wat deur die literatuurstudie geskep word, is 'n integrale deel van hierdie studie, aangesien dit verskeie navorsers se bevindings opsom en gevolglik dien as regverdiging van dié navorsing.

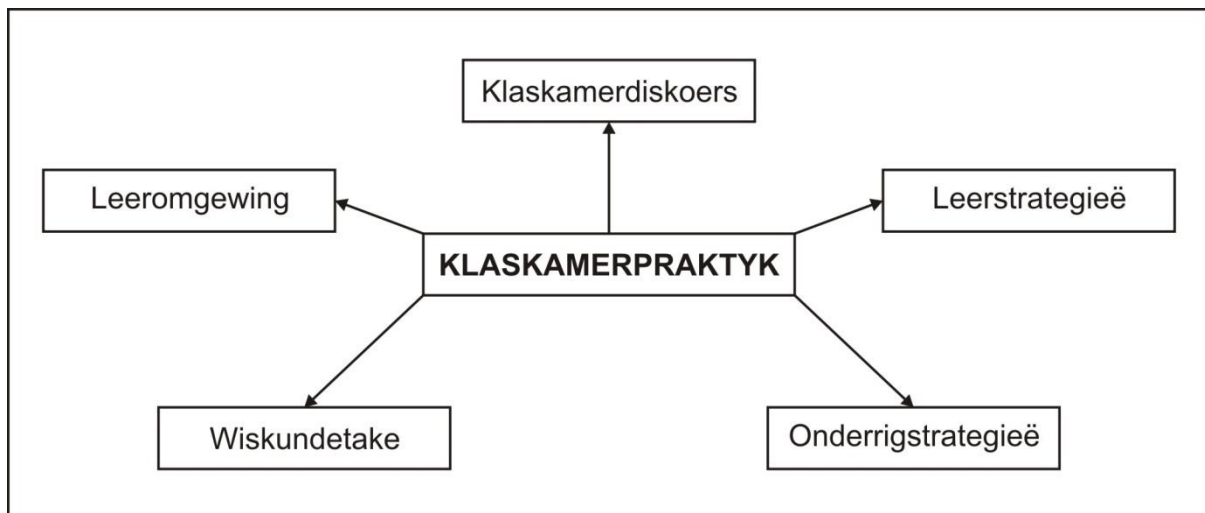
Klaskamerpraktyk sluit meer in as net die blote onderrig van wiskunde. Hiebert en Grouws (2007:379) is van mening dat die klem wat onderwysers plaas op verskillende leerdoelwitte en verskillende onderwerpe, die verwagtinge wat onderwysers ten opsigte van leer stel, die tyd wat hulle aan sekere onderwerpe bestee, die tipe take wat hulle gee, die tipe vrae wat hulle stel, die antwoorde wat hulle aanvaar op hierdie vrae, asook die aard van die besprekings wat hulle lei, bydra tot hulle klaskamerpraktyke en sodoende geleenthede vir effektiewe leer beïnvloed.

Daar is verskillende perspektiewe ten opsigte van die komponente van 'n onderwyser se klaskamerpraktyk. Artzt *et al.* (2008:10) het drie waarneembare komponente van wiskundeklaskamers geïdentifiseer, naamlik take, diskoers (die wyse waarop klaskamergesprekke in die klas bevorder word) en die daarstelling van 'n leeromgewing waarin leerders voortdurend die geleentheid kry om te leer.

Franke *et al.* (2007:230-240) het ook drie komponente van klaskamerpraktyk geïdentifiseer, naamlik wiskundige diskoers (betrokkenheid in klaskamergesprekke oor wiskunde), die ontwikkeling van klaskamernorme en die vestiging van ondersteuning van geleenthede vir die leer van wiskunde en die bou van verhoudings vir die bevordering van die leer van wiskunde. 'n Produktiewe klaskamerpraktyk kan dus as 'n praktyk gesien word wat voortdurende leergeleenthede skep.

Vanuit bogenoemde perspektiewe kan klaskamerpraktyk beskryf word as 'n sosiale omgewing waarin die onderwyser en leerders in 'n verhouding tot mekaar staan. Hierdie spesiale verhouding kan lei tot die geleentheid om kennis te konstrueer en te vermeerder deur kommunikasie tussen die onderwyser en leerders en tussen leerders onderling. 'n Gunstige leeromgewing word opgebou deurdat norme vir die doen en leer van wiskunde daargestel word, geskikte onderrig- en leerstrategieë aangewend word en uitdagende wiskundetake gedoen word.

Vir die doel van hierdie studie bestaan klaskamerpraktyk uit die volgende komponente: die leeromgewing, klaskamerdiskoers, leerstrategieë, onderrigstrategieë en wiskundetake (kyk Figuur 2.1).



Figuur 2.1: Komponente van klaskamerpraktyk (aangepas uit Franke *et al.*, 2007 & Artzt *et al.*, 2008).

2.2 Die skep van 'n gunstige leeromgewing

Leer kan gedefinieer word as 'n relatief permanente verandering in 'n leerder se kennis of gedrag, gebaseer op sy/haar ondervinding (Woolfolk, 2007:206). 'n Leerder moet blootgestel word aan verskillende situasies (probleme) sodat wat geleer is, effektief gebruik kan word.

Baie navorsing is al onderneem oor die bestaan en invloed van 'n gunstige leeromgewings op leer. Fox (1974:9), Pretorius (1989:26) en Vreken en Drinkwater (1997:17) is dit eens dat 'n positiewe leeromgewing 'n sosiale dimensie bevat wat

leerders se gevoel van eiewaarde en leerprestasie bevorder. 'n Positiewe leeromgewing ondersteun leergeleenthede, terwyl 'n negatiewe leeromgewing vyandigheid en angs kan veroorsaak wat aanleiding kan gee tot die blokkering van die kognitiewe ontwikkeling van die leerders.

Onderwysers behoort effektiewe organisatoriese prosedures in hul klaskamers aan te wend sodat die beskikbare tyd maksimaal benut kan word vir leerders om aktief betrokke te wees in klaskamerdiskoers (Artzt *et al.*, 2008:15; Borich, 2011:371). Dit impliseer dat daar voldoende tyd aan leerders in die klas gegee moet word om wiskunde-idees en wiskundeprobleme te verken.

'n Gunstige leeromgewing is dus een waar die leerders en onderwyser vrylik met mekaar interaksie kan hê (Peralta *et al.*, 2012:4). Gedurende hierdie tye van interaksie word 'n gunstige leeromgewing geskep wat essensieel is om leerders se wiskundedenke maksimaal te ontwikkel. Leerders moet veilig in die klas voel en vrymoedigheid hê om aan klaskamergesprekke (kyk 2.3) deel te neem.

Die skep van 'n gunstige leeromgewing word vervolgens bespreek aan die hand van benaderings tot leer, die daarstelling van norme vir die doen en leer van wiskunde, die bou van verhoudings vir die leer en doen van wiskunde en die invloed wat tegnologie op die leeromgewing het.

2.2.1 Benaderings tot leer

Die volgende benaderings tot leer, naamlik die behavioristiese, die kognitiewe en die konstruktivistiese benaderings tot leer, het 'n invloed op die leer van wiskunde (Driscoll, 2005: 15).

2.2.1.1 Behavioristiese benadering tot leer

Vername pioniers in 'n behavioristiese leerbenadering is Ivan Petrovich Pavlov (1849 – 1936), Edwin Lynn Thorndike (1874 – 1949), John Broadus Watson (1878 – 1958) en Burrhus Frederic Skinner (1904 – 1990) (Glassman & Hadad, 2009:112-117). Behaviouriste sien alle gedrag as 'n respons op 'n stimulus en neem verder ook aan dat wat 'n mens doen, deur die omgewing bepaal word. Die omgewing voorsien die stimulus waarvolgens ons dan reageer. Hulle glo verder dat dit nie nodig is om oor

die interne verstandelike prosesse te spekulêr nie, aangesien dit genoeg is om te weet watter stimuli watter response ontlok (Shuell, 2013).

Behaviorisme is 'n leerteorie wat die objektiewe waarneembare gedrag van sowel mens as dier in ag neem (Glassman & Hadad, 2009:112-120). Dit fokus op omgewingsfaktore (stimuli) soos versterking, terugvoer en oefening en sien leer as iets wat van buite die mens plaasvind. Leer word dus gesien as 'n respons op 'n stimulus wat deur die omgewing bepaal word. Leer vind plaas wanneer daar assosiasies tussen stimuli en response gevorm word. Behavioriste neem nie die interne gebeurtenisse in die denke in ag wanneer na leer verwys word nie, maar fokus slegs op die eksterne gebeurtenisse, aangesien die oorsake van leer in die eksterne omgewing waarneembaar is (Woolfolk, 2007:233).

Onderwysers wat glo dat leer volgens 'n behavioristiese benadering plaasvind, sien die leerders as die passiewe ontvangers van kennis (Shuell, 2013:3). Die doel van onderrig is dus daarop gemik dat leerders die regte respons op 'n stimulus sal gee. Leermateriaal word in kleiner dele verdeel sodat die leerders dit makliker kan leer. Die onderwyser behoort te sorg dat kennis (dit sluit wiskundekennis in) suksesvol aan leerders oorgedra word (transmissie van kennis). Die leerders is die passiewe ontvangers van inligting en leer vind plaas deur middel van herhaalde inoefening en drillwerk.

Volgens die behavioristiese beginsels van leer, word leer dus gesien as die aanleer van feite, vaardighede en konsepte wat deur inoefening verkry word. Dit gaan gevolglik oor die indril van konsepte en dit neem nie die betekenis wat leerders gee aan wat hulle leer, in ag nie (Ellis & Berry, 2005; Shuell, 2013).

2.2.1.2 Kognitiewe benadering tot leer

Gedurende die 1970's en 1980's het opvattinge ten opsigte van leer dramaties verander (Shuell, 2013). Behavioristiese teorieë moes plek maak vir kognitiewe teorieë wat klem gelê het op die verstandelike aktiwiteite van die leerder en die gebruik van komplekse leermateriaal. Volgens hierdie teorie vind leer vanaf binne na buite plaas. Die fokus is hier op *wat* en *hoe* geleer word, eerder as wat gedoen word.

Leer word volgens die kognitiewe benadering gesien as 'n aktiewe proses van inligtingverwerking en dié nuwe inligting word dan gebruik om probleme op te los (Woolfolk, 2007:249). Wat leerders alreeds weet, word geherorganiseer om sodoende hul kennis te verbreed. Die manier waarop die leerders die wiskunde-inligting verwerk, bepaal hul prestasie in wiskunde (Maree *et al.*, 1997:9). Wanneer die leerders nie in staat is om die reeds bestaande kennis suksesvol te kan selekteer nie, sal geen leer plaasvind nie. Sulke leerders sal nie in staat wees om gewoonteleeftake óf toepassingstake te doen nie. Gewoonteleeftake vereis die gebruik van bestaande kennis, terwyl toepassingstake die toepas van bestaande kennis in nuwe situasies behels. Hieruit spruit dus voort dat as leerders slegs die nuwe kennis aanleer, maar dit nie organiseer nie, hulle slegs gewoonteleeftake kan doen. In teenstelling daarmee, sal leerders wat belangrike feite en terme kan onthou en sodanige kennis gebruik om probleme op te los en nuwe konsepte te verstaan, betekenisvol leer (kyk 2.2.1.3).

2.2.1.3 Konstruktivistiese benadering tot leer

Volgens die konstruktiviste, konstrueer 'n mens sy eie begrip en kennis deur ervaringe en voorkennis (Ellis & Berry, 2005:12). Die konstruktivistiese benadering tot leer is 'n kognitiewe benadering, aangesien leer in die denke plaasvind en nie van die omgewing afhanklik is nie.

Vanuit die konstruktivistiese perspektief, word die leerder nie gesien as 'n passiewe ontvanger van kennis nie, maar as 'n aktiewe deelnemer wat sy eie kennis opbou en sin daaruit maak, op grond van sy eie persoonlike ervaring en interaksie met die leeromgewing (Discroll, 2005:387).

Leer is 'n sosiale proses waar leerders met mekaar en die onderwyser kan kommunikeer. Leerders kan gedurende klaskamergesprekke (kyk 2.3) meer te wete kom van hoe ander leerders dink en hulle kry ook die geleentheid om hulleself uit te druk. Die tipe take (kyk 2.6) wat gegee word, maak 'n onlosmaaklike deel van die leer van wiskunde uit, want dit stel leerders in staat om in groepsverband sin te maak van die wiskunde wat onderrig word.

Die konstruktiviste lê klem op die betekenisvolle leer van wiskunde (die leer van wiskunde met begrip). Franke *et al.* (2007:228) sien betekenisvolle leer van wiskunde as wiskundige bevoegdheid wat uit vyf belangrike komponente bestaan, naamlik konseptuele begrip, prosedurele vaardighede, strategiese bevoegdheid, aanpassingsvermoë en produktiewe disposisie. Begripsvorming is dus meer as 'n versameling van kennis en vaardighede; dit sluit ook 'n mens se persepsie van homself ten opsigte van wiskunde in.

Daar is twee verskillende sienings ten opsigte van die leer wat bydra tot die betekenisvolle leer van wiskunde, naamlik die netwerkteorie en sosio-kulturele faktore (Hiebert & Grouws, 2007:382).

Die netwerkteorie: Leerders se wiskundekennis word as interne netwerke van begrippe/idees voorgestel (Van der Walle *et al.*, 2014:20). Ons gebruik reeds bestaande idees om 'n nuwe idee te konstrueer, wat dan op sy beurt ontwikkel in 'n netwerk van verbindings tussen idees. Hoe meer idees gebruik word, hoe meer verbindings gemaak word, hoe beter verstaan 'n mens. Dit verskil van mens tot mens en word beïnvloed deur die persoon self en ook die klas- of leeromgewing.

Leerders verstaan wiskunde wanneer voorstellings in toenemende gestruktureerde en samehangende netwerke verbind word. Begripsvorming (verstaan) is 'n proses waartydens verbindings gevorm word of verbande gevestig word tussen kennisstrukture wat alreeds intern voorgestel is, of tussen bestaande netwerke en nuwe verbande. Deur dus verskillende voorstellings te gebruik, word verbindings tussen verskillende voorstellingsvorme geskep wat dan begripsvorming in wiskunde bevorder.

Geïntegreerde netwerke (kognitiewe skemas) is die produk van die opbou van kennis en die gereedskap om nuwe addisionele kennis te konstrueer. Namate leer plaasvind, word hierdie netwerke herrangskik, daaraan toegevoeg of andersins gewysig. Die netwerke kan op twee maniere verander word, naamlik deur assimilasie en akkommodasie. Assimilasie vind plaas wanneer 'n nuwe konsep "inpas" by die vorige kennis en die nuwe inligting brei dan die bestaande netwerk uit. Akkommodasie vind plaas wanneer die nuwe konsep nie "inpas" by die bestaande

netwerk nie en die langtermyngeheue moet dus die bestaande netwerke vervang of aanpas. Deur reflektiewe denke word 'n mens se bestaande skemas verander om nuwe idees te inkorporeer.

Sosio-kulturele faktore: Betekenisvolle leer vind verder plaas wanneer 'n groep mense wiskunde doen en probeer sin maak (verstaan) van wat hulle doen (Hiebert & Grouws, 2007:382). Deelname aan dié wiskunde-aktiwiteite lei tot toenemende bevoegdheid in wiskunde. Betekenisvolle leer is 'n aktiewe, konstruktiewe, kumulatiewe, selfregulerende en doelwitgeoriënteerde proses (Shuell, 2013:1). Leerders moet aktief by die opbou van hul kennis betrokke wees; kennis word nie net bloot van die onderwyser na die leerder oorgedra nie, maar word deur elke leerder op 'n unieke wyse waargeneem en geïnterpreteer. Nuwe leer bou op leerders se voorkennis en leerders monitor hierdie leerproses om te sien hoe goed nuwe inligting verstaan word. Wanneer leerders 'n doel het wat nagestreef word, sal hul leer meer betekenisvol wees.

Wiskundeklaskamers betrek onderwysers en leerders vir 'n bepaalde tydperk (Presmeg, 2007:438). Kultuurrelevante onderwysers organiseer hulle klaskamers en interaksies met leerders sodanig dat leerders as bevoeg behandel word en dan weer op hul beurt met bevoegdheid optree. Vir hierdie kultuurrelevante onderwysers is leerders se prestasie belangrik en voorsien hulle maniere aan leerders om hulle kulturele integriteit te behou, akademiese sukses te ontwikkel en erken en verstaan hulle sosiale ongelykhede. As die onderwysers die leerders se kultuur verstaan en erken, word verhoudinge met leerders en hul families gebou.

In 'n konstruktivistiese onderrig- en leeromgewing is daar nie plek vir 'n tradisionele siening ten opsigte van die onderrig en leer van wiskunde nie. Die onderwyser se rol is dié van 'n fasiliteerder en hy/sy behoort reflektiewe denke en hoër-orde-denkvvaardighede by leerders aan te moedig en te bevorder. Dit sluit 'n interaktiewe verhouding tussen die onderwyser en leerders en tussen die leerders onderling in (Discroll, 2005:387).

2.2.2 Die daarstel van norme vir die doen en leer van wiskunde

Wood (1998:170) en Borich (2011:369) definieer norme as 'n geïntegreerde netwerk van verpligtinge en verwagtinge wat vir die onderwyser én leerders bestaan en wat interaksies en kommunikasie tussen onderwysers en leerders beïnvloed. Norme dui op die verwagtinge wat deelnemers in die klassituasie van mekaar het ten opsigte van hoe hulle behoort te dink, te voel en op te tree. Dit kan in die vorm van geskrewe of ongeskrewe reëls wees, ten opsigte van watter optredes sosiaal aanvaarbaar is of nie.

Hoewel onderwysers die geleentheid skep wat leerderdeelname bevorder, kan hulle dit nie alleen doen nie (Franke *et al.*, 2007:238). Skole en gemeenskappe het 'n lang kulturele geskiedenis, wat dit wat in die klaskamer gebeur, vorm. Leerders bring hulle families se eie identiteit en agtergrond in die klaskamer in en dit beïnvloed deelname. Wie moet praat, wanneer gepraat moet word, waaroor gepraat moet word, wie moet deelneem en hoe deelgeneem moet word, die tipe oplossings en vrae wat as geskik gesien word, word deur die deelnemers en die ervaring wat hulle na die wiskundeklaskamer bring, bepaal.

Die sosiale en sosio-wiskundige norme wat in klaskamers ontwikkel, dra by tot wat leerders leer met betrekking tot spesifieke wiskunde-idees, asook wat dit beteken om wiskunde te doen (Franke *et al.*, 2007:239). Sosiale klaskamernorme stel riglyne voor vir aanvaarbare deelname (Borich, 2011:371). Dit sluit in hoe leerders met mekaar omgaan, hoe hulle die onderrigleermateriaal gebruik wat tot hulle beskikbaar is, hoe hulle saamwerk, na mekaar luister, mekaar se idees respekteer en dit bepaal die taal wat deelname ondersteun. Sosio-wiskundige norme, daarteenoor, is om aanvaarbare wiskundige verduidelikings te verskaf.

2.2.3 Die bou van verhoudings vir die doen en leer van wiskunde

Alhoewel dit van kardinale belang is dat onderwysers moet weet hoe leerders oor wiskunde dink, is dit net so belangrik om begrip te hê van die leerders in terme van hulle ras, kulturele agtergronde en vorige ervarings (Franke *et al.*, 2007:249). Onderwysers wat aandag gee aan leerders se kulturele agtergronde, wat verhoudinge met leerders sowel as met hulle families en gemeenskappe opbou, maak 'n positiewe verskil in die sukses van die leerders in hulle klaskamers.

Effektiewe onderwysers maak erns daarvan om interverwantskappe te ontwikkel wat die nodige ruimte skep vir leerders om hul wiskundige én kulturele identiteite te ontwikkel (Anthony & Walshaw, 2009:150). Leerders wil in 'n “samesynomgewing” leer. Die onderwysers het dus die belangrike taak om *almal* in die klas deel te laat voel van die klas deur wedersydse respek te kweek vir die kulture wat elkeen in die klas inbring. As onderwysers die leerders se kultuur verstaan en erken, word verhoudinge gebou met leerders én families.

Dit wil voorkom asof daar aan Suid-Afrika se multikulturele klassituasie aandag gegee behoort te word ten opsigte van die volgende aspekte: leerders se wiskundevermoëns verskil, hulle is afkomstig uit verskillende kulturele agtergronde en hulle beskikbare geleentheid tot leer verskil. Daar behoort wedersydse respek vir ander kulture te wees en mense behoort bereid te wees om van ander te leer (Anthony & Walshaw, 2009:150-152). Onderwysers moet bewus wees van hul leerders se kulturele geskiedenis omdat dit laasgenoemde se identiteit en deelname beïnvloed. Onderwysers moet hul leerders kén. Die onderwyser het dus 'n belangrike rol om al die leerders, ongeag geslag, ras of kultuur, “tuis” te laat voel en hulle te laat deelneem aan klasbesprekings (kyk 2.3) sodat betekenisvolle leer (kyk 2.2.1.3) van meetkunde kan plaasvind. 'n Leeromgewing waarin daar 'n voortdurende wisselwerking en samewerking tussen die onderwyser en leerders is, kan bydra tot die bevordering van wedersydse respek tussen leerders en onderwysers. Laasgenoemde is veral belangrik ten opsigte van die onderrig en leer van skoolmeetkunde; sommige leerders ervaar meetkunde as “moeilik” en het nie die vrymoedigheid om aktief deel te neem aan klasaktiwiteite nie.

2.2.4 Die gebruik van tegnologie

Die gebruik van tegnologie het die potensiaal om die leer van meetkunde betekenisvol te laat plaasvind in die mate waartoe dit (tegnologie) bydra tot 'n gunstige leeromgewing (Stols & Kriek, 2011:2). As voorbeeld hiervan kan gedink word aan hoe om meetkunde meer toeganklik te maak met behulp van dinamiese meetkundesagteware. Die gebruik van tegnologie kan leerders help om moeilikverstaanbare konsepte te visualiseer en kan bydra tot die skep van 'n aktiewe probleemoplossende leeromgewing. Verder kan die gebruik van tegnologie hoër-

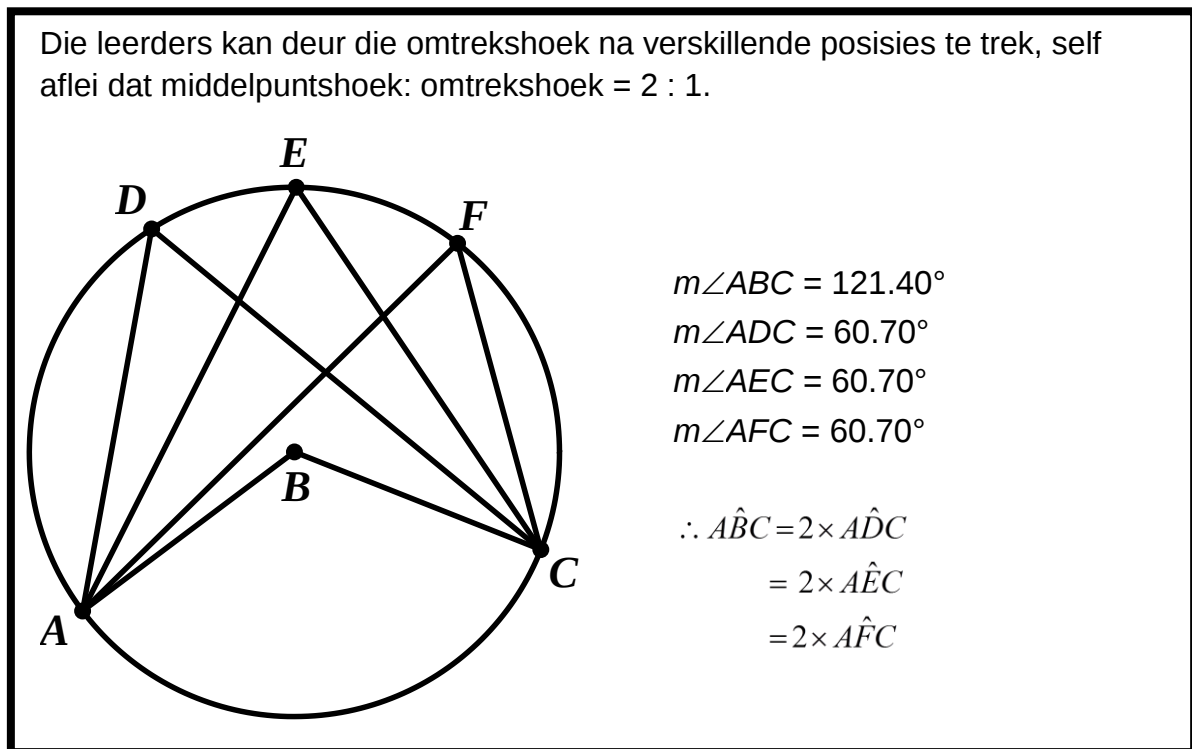
ordedenkvaardighede soos begripsvorming, redenering, probleemoplossing en kreatiewe denke bevorder.

Dinamiese wiskundesagteware soos GeoGebra en Geometer's Sketchpad is oorspronklik ontwerp vir die onderrig van meetkunde in sekondêre skole (Stols & Kriek, 2011:1). Hierdie sagteware laat leerders toe om patrone te ondersoek, om te eksperimenteer en om aannames te toets deur hul eie figure te konstrueer. Dinamiese sagteware is 'n kragtige instrument in die onderrig en leer van wiskunde, want dit verbeter wiskunde-onderrig, help met konseptualisering, verryk die visualisering van meetkunde, vorm die basis vir ontleding en deduktiewe bewysvoering (kyk 3.3.2) en dit skep geleenthede om kreatief te dink.

Dinamiese wiskundesagteware kan effektief met die onderrig van alle stellings gebruik word, byvoorbeeld graad 10 se parallelogramstellings (kyk DBE, 2011d:28), graad 11 se sirkelmeetkunde (kyk DBE, 2011d:34-36) en graad 12 se eweredigheidstellings (kyk DBE, 2011d:48). Wanneer leerders sêlf sien dat die stellings waar is deur middel van hierdie sagtewareprogramme, maak dit die gebruik daarvan in die oplos van probleme ook baie makliker.

Die volgende (kyk Figuur 2.2) is 'n voorbeeld van hoe tegnologie in die onderrig van die graad 11- stelling: "Die middelpuntshoek in 'n sirkel is twee keer die omtrekshoek wat deur dieselfde boog onderspan word", gebruik kan word.

Voorbeeld 1



Figuur 2.2: Die middelpuntshoek in 'n sirkel is twee keer die omtrekshoek wat deur dieselfde boog onderspan word.

Deur take (kyk 2.6) aan leerders te gee waar tegnologie gebruik kan word in die uitvoer daarvan, is nie net sinvol nie, maar ook effektief. Ons leef in 'n vinnigveranderende wêreld en dit is gevolglik belangrik dat wiskunde-onderwysers op hoogte bly ten opsigte van tegnologiese vooruitgang op die gebied van die onderrig en leer van meetkunde (Bialobrzeska & Cohen, 2005:17). Omdat die meeste leerders op hoogte is met die gebruik van tegnologie, behoort wiskunde-onderwysers hulle klaskamerpraktyke by leerders se leefwêreld te laat aansluit. Sodoende word leerders in staat gestel om met selfvertroue meetkunde-probleme op te los deur van 'n verskeidenheid metodes gebruik te maak. Sommige rekenaarprogramme gee selfs terugvoer op leerders se pogings en verleen hulp ten opsigte van meetkunde-onderwerpe waarmee hulle probleme ondervind. Op dié wyse word leerders meer onafhanklik in hul leerprosesse (kyk 2.4).

Alle leerders behoort bemaatig te word om aktief wiskunde (dit sluit meetkunde in) te doen wat sin maak, wiskundige probleemoplossers te word, wiskundig te redeneer en ook wiskundig te kan kommunikeer (Anthony & Walshaw, 2009:152-153). In

hierdie konteks is tegnologie 'n waardevolle instrument in die onderrig en leer van wiskunde want dit het die potensiaal en vermoë om wiskundeleerders en wiskunde-onderwysers te bemagtig.

Aangesien bogenoemde tegnologie interaktief is, is dit relatief eenvoudig om 'n leeromgewing te skep waarin leerders in hul eie leerprosesse betrek word; leerders leer deur te doen, onmiddellike terugvoer word verkry en sodoende word begripsvorming bevorder (Anthony & Walshaw, 2009:152-153). So 'n leeromgewing bevorder leerderbetrokkendheid in die klassituasie, asook betrokkenheid ten opsigte van hul eie leer.

In 'n "gunstige" leeromgewing (kyk 2.2) vind daar interaksies tussen die onderwyser en leerders plaas (Borich, 2011:370). So 'n leeromgewing word geskep deur die wyse waarop die onderwyser sy outoriteit uitvoer, ondersteuning wys, kompetisie en samewerking aanmoedig en leerders toelaat om keuses te maak. Daar moet gefokus word op hoe leerders mekaar behandel, mekaar respekteer en hoe hul van mekaar kan leer. Die aandag moet weggelei word van die verskille tussen leerders; groepsverantwoordelikheid behoort beklemtoon te word. Die skep van 'n leeromgewing, klaskamerdiskoers (kyk 2.3), die gebruik van leer- en onderrigstrategieë (kyk 2.4 en 2.5), asook die tipe take wat gegee word (kyk 2.6), is elke onderwyser se eie verantwoordelikheid.

2.3 Klaskamerdiskoers

Davis *et al.* (2012:71) definieer klaskamerdiskoers as die verbale en nie-verbale kommunikasie wat in die klaskamer tussen die onderwyser en leerders en tussen leerders onderling bestaan. Deur middel van klaskamerdiskoers word 'n onderliggende boodskap aan leerders oorgedra ten opsigte van 'n onderwyser se oortuigings ten opsigte van die leer en onderrig van wiskunde (kyk hoofstuk 3).

In 'n ondersoekende leeromgewing (kyk 2.5.2.3) het die onderwyser se vraagstelling ten doel om die leerders aan te moedig om uit te brei op hul vorige antwoorde (Smart & Marshall, 2012:250). Dit het nie net met die korrektheid van leerders se antwoorde/oplossings te doen nie, maar ook met die leerproses. Om dus begripsvorming onder leerders te bevorder, behoort die diskoers in 'n

wiskundeklaskamer geleenthede aan leerders te voorsien om te luister, vrae te stel, om hul gedagtes uit te druk en om te reflekteer op hul denke. Klaskamerdiskoers gaan dus in wese oor kommunikasie wat die sosiale betrokkenheid van leerders en die onderwyser insluit deur middel van gesprekke (besprekings) wat op die ontwikkeling van wiskunde-idees fokus.

2.3.1 Onderwyser-leerder-interaksie

Die onderwyser speel 'n uiters belangrike rol in diskoersvoering in die wiskundeklas en behoort te weet hoe om verbale en nie-verbale strategieë te gebruik om effektief te kommunikeer (Artzt *et al.*, 2008:8). Die gesprek tussen onderwysers en leerders in die sosiale konteks van die klaskamer beïnvloed wat leerders in wiskunde leer en die wyse waarop hulle hulself as doeners van wiskunde sien. Wat dit beteken om wiskunde te doen en te leer, word dus grotendeels deur klaskamerdiskoers beïnvloed.

Deur klaskamerinteraksie bou die leerders en onderwyser 'n omgewing op waarin daar saamgewerk word en wiskundekennis met mekaar gedeel word (Davis *et al.*, 2012:190). Klaskamergesprekke moet meer soos gewone gesprekke wees met die onderwyser en leerders as gelyke vennote. Dit kan tot gevolg hê dat leerders hul eie wiskundekennis opbou terwyl hulle probleme oplos (kyk 2.4.2).

Uit bogenoemde behoort dit duidelik te wees dat klaskamerdiskoers 'n direkte impak het op leerders se denkprosesse (Smart & Marshall, 2012:250). Die vrae wat die onderwyser in die klas vra, kan as 'n "kognitiewe" leer gesien word, waartydens leerders se begripsvorming toeneem in die mate waartoe daar van die lae-orde na hoë-orde vrae beweeg word. Wanneer die leerders aan nuwe meetkunde-inhoud blootgestel word, kan die onderwyser se vrae gefokus wees op die oproep van kennis en toepassing daarvan (lae-orde vrae). Namate leerders meer ondersoekend (kyk 2.5.2.3) te werk gaan, kan die onderwyser hoër-orde vrae, wat op verduideliking en veralgemening fokus, stel. Dit behoort die moontlike gaping tussen leerders se kennis en konseptuele begripsvorming te verklein.

2.3.2 Leerder-leerder-interaksie

Geleenthede wat aan leerders gegee word om met mekaar interaksie te hê op só 'n wyse dat hulle mekaar kan ondersteun, mekaar se idees kan toets en uitdaag, dra by tot die ontwikkeling van die leerders se begripsvorming. (Artzt *et al.*, 2008:9). Die onderrig van wiskunde gaan nie net oor die skepping van leermoontlikhede deur die onderwyser nie, maar dit gaan ook oor die interaksie van die leerders met mekaar om gesamentlik betrokke te wees in die konstruksie van wiskundebegrippe.

Die belangrikheid van leerder-leerder-interaksie word ook deur, onder andere, Anthony & Walshaw (2009:152-153), Brodie (2007:3) en Franke *et al.* (2007: 229-230) ondersteun, omdat dit die leerders se belangstelling prikkel en hul motiveer om oor wiskunde (meetkunde) te *praat*. Wiskundebegrip ontwikkel as leerders die geleentheid kry om probleme op te los, gevolgtrekkings te maak, hul oplossingsprosesse te verduidelik, te *praat* oor hul oplossings, te bewys waarom hulle oplossings werk en om eksplisiete veralgemenings te maak. Wanneer leerders aktief betrokke is by 'n meetkundeles deur deel te wees van besprekings en groepwerk (kyk 2.5.2.1), kan betekenisvolle leer van wiskunde plaasvind.

Deur leerders bloot in koöperatiewe groepe (kyk 2.5.2.1) te plaas of hoër-orde vrae te stel, lei nie noodwendig tot klaskamers wat betekenisvolle leer van wiskunde (meetkunde ingesluit) ondersteun nie (Brodie, 2007:3-5). Deur langer tyd aan 'n meetkunde-probleem te spandeer, ondersteun 'n hoër vlak van reflektiewe en analitiese denke. Wiskunde-onderwysers moet grondige kennis hê van leerders se wiskunde denke (kyk 3.2.2), aangesien dit geleenthede vir die stel van toepaslike vrae en die aanmoediging van die gebruik van veelvuldige leerstrategieë (kyk 2.4) ondersteun. Wanneer onderwysers na leerders se wiskunde-idees luister, voorsien dit aan hulle inligting oor wat leerders weet en nie weet nie, hoe leerders dink en sin probeer maak van idees.

2.4 Leerstrategieë

Leerstrategieë verwys na metodes en tegnieke wat deur leerders gebruik word om met begrip te leer (Rachal *et al.*, 2007:192). Alle denke en optredes wat help om kennis te herroep en te integreer, word gesien as leerstrategieë. Die gebruik van leerstrategieë ondersteun leerders in die ontwikkeling van hoëvlak denke.

Leerstrategieë kan gesien word as 'n individu se benadering tot 'n taak (kyk 2.6). Dit is hoe 'n leerder 'n versameling vaardighede organiseer en gebruik om wiskunde-inhoud te leer of om 'n wiskundetaak effektief af te handel. Leerders wat met begrip leer (kyk 2.2.1.3), sal 'n wye verskeidenheid van effektiewe leerstrategieë tot hul beskikking hê om die nuwe kennis hul eie te maak.

Wiskunde-onderwysers moet leiding gee, want hulle is leerders se primêre voorbeeld van probleemoplossers. Onderwysers moet nie bloot die antwoord op die oplos van 'n meetkunde-probleem gee nie, maar behoort die kognitiewe en metakognitiewe prosesse betrokke by die oplos van die probleem, met die leerders te deel. Volgens Wadsworth *et al.* (2007:6) moet wiskunde-onderwysers weet watter leerstrategieë aan leerders onderrig moet word om betekenisvolle leer van wiskunde te verseker. Leerders ontwikkel nie noodwendig self leerstrategieë vir die leer van wiskunde (meetkunde) nie; leerstrategieë behoort pertinent aan die leerders onderrig te word.

Die tipe leerstrategie wat gekies word, kan in verband gebring word met 'n leerder se “gevoel” van selfdoeltreffendheid in wiskunde (OECD, 2010:102). Bill Gates, die mede-uitvinder van “Microsoft”; Marie Curie, die uitvinder van radium en polonium wat baie voordelig was op mediese gebied en Dean Kamen wat rolstoel ontwikkel het wat trappe kan klim, asook breinbeheerde robotarms wat gebruik kan word deur persone wat hul ledemate verloor het, is voorbeelde van uitvindings wat elkeen die gebruik van spesifieke leerstrategieë openbaar het. Genoemde persone het soortgelyke doelstellings nagestreef, naamlik om 'n spesifieke probleem op te los (kognitiewe leerstrategie) en moes noukeurig beplan, reflekteer en evalueer (metakognitiewe leerstrategieë) ten einde suksesvolle uitvindings daar te stel. Hierdie uitvindings was almal selfgemotiveerd en het 'n passie gehad vir wat hulle doen (Guglielmino *et al.*, 2009:16-19).

Daar is verskillende leerstrategieë wat 'n essensiële rol in die betekenisvolle leer (kyk 2.2.1.3) van wiskunde speel: kognitiewe leerstrategieë, probleemoplossingstrategieë (as deel van kognitiewe leerstrategieë), metakognitiewe leerstrategieë, affektiewe strategieë en organisatoriese leerstrategieë.

2.4.1 Kognitiewe leerstrategieë

Kognitiewe leerstrategieë sluit memorisering of repetering, hersiening, uitbreiding en organiserings in (Anthony, 2005:13; Rachal *et al.*, 2007:192). Kognitiewe leerstrategieë sluit dus strategieë in ten opsigte van hoe om te lees met die doel om te verstaan, te visualiseer, 'n antwoord uit te werk of te benader. Genoemde strategieë kan deur 'n wiskunde-onderwyser onderrig word deurdat hy/sy hierdie strategieë herhaaldelik modelleer, die gebruik van leerders se leerstrategieë monitor en terugvoer gee aan leerders. Gevolglik kan kognitiewe leerstrategieë, soos byvoorbeeld probleemoplossingstrategieë, aan leerders onderrig word deurdat hulle van die onderwyser se voorbeeld kan leer. Alhoewel probleemoplossingstrategieë deel vorm van kognitiewe leerstrategieë, word dit vir die doel van hierdie studie afsonderlik bespreek, omdat dit 'n pertinente rol in die oplos van meetkundeprobleme speel (kyk 2.4.2).

Dit is moontlik dat leerders memorisering of repetering gebruik wanneer hulle sekere inligting moet weergee, sonder enige verdere bewerkings of prosessering (OECD, 2010:43). Leerders leer gevolglik antwoorde en metodes vir die oplos van spesifieke probleme uit hul koppe en doen die voorbeelde oor en oor ten einde take suksesvol te voltooi. Hierdie tipe leerstrategie is nie baie effektief in wiskunde nie en word dikwels deur swakker leerders gebruik. As voorbeeld hiervan word die leer van meetkundestellings gebruik. Ongeag die onderrigmetode wat die onderwyser gebruik om die stellings aan leerders bekend te stel, is dit moontlik dat sommige leerders nie die formele bewys werklik verstaan nie. Die gevolg daarvan is dat sodanige leerders die stellings bloot uit hul kop leer om net so in 'n toets of eksamen weer te gee. Die gebruik van hierdie tipe leerstrategie het egter nie slegs negatiewe gevolge nie. Leerders moet tóg sekere basiese beginsels leer om sodoende in moeiliker situasies toe te pas.

Uitbreiding- of bewerkingsstrategieë kan, in teenstelling met memoriseringstrategieë, bydra tot leerders se verdieping van hul meetkundekennis en -vaardighede (Rachal *et al.*, 2007:192-193). Dit bepaal in 'n mate of die leerders die nuwe werk verstaan deur dit met hulle bestaande kennis in verband te bring. Dit het dus te make met die vorming van skakels tussen bestaande kennis en nuwe kennis (kyk 2.2) om

sodoende die nuwe kennis betekenisvol te maak. Dit kan 'n effektiewe leerstrategie in die leer van meetkunde wees, aangesien dit nuwe inligting met ander inligting vanuit die langtermyn-geheue integreer (Chinn, 2009:1).

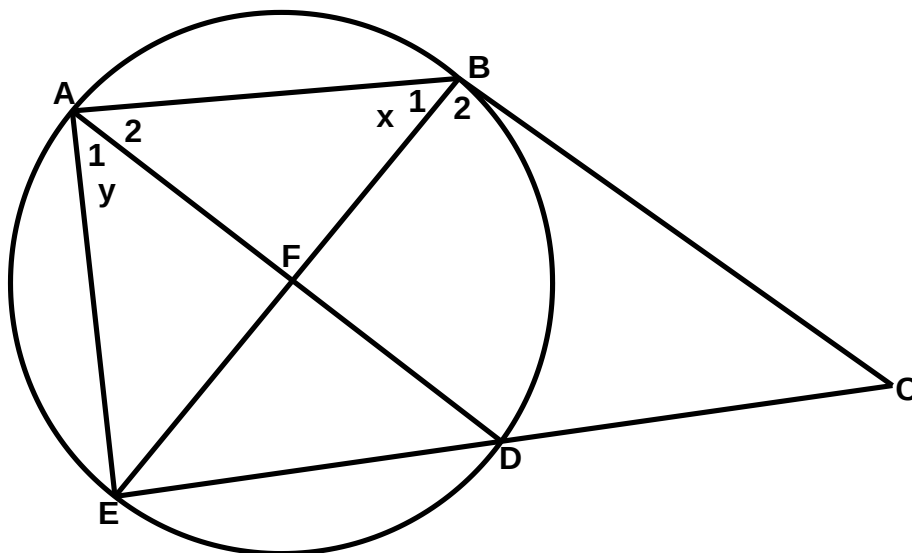
Die probleem in Figuur 2.3 dien as 'n voorbeeld van die gebruik van uitbreiding- of bewerkingsstrategieë in meetkunde:

Voorbeeld 2

Raaklyn BC raak sirkel ABDE by B. Koorde AD en BE sny mekaar in F.

Koord ED is verleng na C. AB // ED. Dit word verder gegee dat $\hat{B}_1 = x$ en

$\hat{A}_1 = y$.



a) Bepaal die grootte van $\hat{C}$ in terme van x en y .

b) John sê vir Becky: "Ek is seker dat ek kan bewys dat BCDF 'n koordevierhoek is". Becky sê: "Dit is onmoontlik".

Wie is reg? Motiveer jou antwoord deur alle nodige bewerkings te toon.

Figuur 2.3: 'n Voorbeeld van die gebruik van kognitiewe uitbreidingleerstrategieë.

Nadat sirkelmeetkunde onderrig is, kan leerders blootgestel word aan die probleem in Figuur 2.3. Daar word nou van die leerders verwag om die nuwe kennis (hoek tussen raaklyn en koord is gelyk aan die hoek in teenoorgestelde sirkelsegment,

koord/boog onderspan gelyke hoeke, oorstaande hoeke van 'n koordevierhoek is gelyk) met hul bestaande kennis van meetkunde (verwisselende hoeke tussen twee ewewydige lyne is gelyk, som van die binnehoeke van 'n driehoek is 180° , som van die binnehoeke van 'n vierhoek is 360°) in verband te bring.

2.4.2 Probleemoplossingstrategieë

Probleemoplossingstrategieë kan as 'n kognitiewe leerstrategieë gesien word (kyk 2.4.1), omdat die leerder die vermoë moet hê om 'n probleem te verstaan, moontlike benaderings tot die oplos van die probleem te ondersoek en toe te pas ten einde 'n oplossing te verkry. Dit is veral belangrik by Euklidiese meetkunde.

Wanneer leerders gekonfronteer word met 'n probleem of wiskundetaak (kyk 2.6), kan hulle probleemoplossingstrategieë aanwend (Chinn, 2009:1). Tydens die oplos van 'n probleem, word bestaande wiskundekennis toegepas op 'n onbekende situasie om nuwe kennis te verkry.

George Polya (1887-1985) was 'n baanbreker op die gebied van probleemoplossing. Hy het 'n sistematiese proses ontwikkel vir die oplos van wiskundeprobleme en dit staan vandag steeds bekend as die probleemoplossingsmodel van Polya (Polya, 1957:5-14). Hierdie model behels die volgende:

Verstaan die probleem: Dit is belangrik om presies te verstaan wat opgelos moet word. Leerders moet in staat wees om die probleem in hul eie woorde te kan formuleer, om 'n skets of diagram te teken om die probleem beter te verstaan en om beskikbare inligting te kan gebruik in die oplos van die probleem.

Maak 'n plan: Daar is verskillende strategieë beskikbaar om probleme op te los, maar dit verg 'n spesiale vaardigheid om die regte strategie te vind vir die oplos van 'n spesifieke probleem. Leerders kan raai en hulle antwoord toets, hulle kan 'n skets teken, moontlikhede elimineer, formules gebruik, vergelykings oplos, ensovoorts.

Voer die plan uit: Hierdie stap is gewoonlik makliker as om 'n plan te maak. As die plan nie werk nie, moet iets anders probeer word. Leerders behoort te leer dat dit die wyse is waarvolgens wiskundiges te werk gaan. Probeer en probeer weer, sonder om handdoek in te gooi.

Werk die plan altyd?: Leerders moet leer om te kyk of hul oplossing sin maak en of dit werk. As dit werk, kan dit altyd in die toekoms weer gebruik word.

Alhoewel betrokke, toon bogenoemde probleemoplossingsmodel nie die gebruik van bestuursprosesse, naamlik self-monitering, selfregulering en self-assessering, tydens die oplos van 'n wiskundeprobleem (kyk 2.4.3) nie. Die probleemoplossingsproses is nie noodwendig lineêr van aard nie, want 'n leerder kan byvoorbeeld probeer om 'n probleem te verstaan, beplan om die probleem op te los, terugbeweeg na die eerste stap toe om die probleem te verstaan.

Figuur 2.4 toon 'n voorbeeld van 'n taak (kyk 2.6) wat probleemoplossingstrategieë vereis, want leerders moet verstaan wat van hul verwag word, 'n plan maak om dit op te los (deur die gebruik van bestaande meetkundekennis) en dan voort te gaan om dit op te los. Hulle moet ook nadat 'n oplossing verkry is, seker maak of die antwoord sin maak.

Voorbeeld 3

Elrie, 'n kranige aksie-netbal speelster, se span speel al hul wedstryde in die aand. Sy is 1,7 m lank en staan presies halfpad tussen twee spreiligte. Die twee spreiligte is elk 10 m hoog en 40 m van mekaar af. Die spreiligte maak twee skaduwees van Elrie in teenoorgestelde rigtings.



- Teken 'n diagram om die situasie voor te stel.
- Bepaal die totale lengte van Elrie se skaduwees. Verduidelik hoe jy dit bereken het.
- Elrie loop in 'n reguit lyn na een van die spreiligte toe. Wat gebeur nou met die totale lengte van haar skaduwees? Verduidelik jou denkwysie volledig.

Figuur 2.4: 'n Voorbeeld waar probleemoplossingstrategieë gebruik word.

In die taak (kyk Figuur 2.4) word daar van leerders verwag om 'n probleem op te los waarvoor daar nie 'n voor-die-handliggende oplossing is nie. Leerders kan eers individueel met die probleem worstel en daarna kan hulle in groepsverband daaroor praat, 'n moontlike plan van aksie beraam en moontlike oplossings vergelyk. Eerstens word van hulle verwag om die probleem te verstaan. Die teken van 'n figuur kan die leerders help om gelykvormige driehoeke te identifiseer en van gelyke verhoudings gebruik te maak om die probleem op te los (maak van 'n plan en die uitvoer daarvan). Nadat leerders dan die oplossing gekry het, moet hulle dit toets om te sien of dit 'n geloofwaardige antwoord het. Gedurende die toepas van genoemde probleemoplossingstrategie behoort die onderwyser leiding te gee waar dit nodig is.

2.4.3 Metakognitiewe leerstrategieë

Metakognitiewe leerstrategieë verwys na wanneer 'n leerder sy/haar kognitiewe strategieë bewustelik monitor om sodoende 'n spesifieke doelwit te bereik (Du Toit & Kotze, 2009:58).

Metakognitiewe strategieë sluit beplanning, kontrolering, evaluering, reflektering, doelwitstelling en self-assessering van wiskundekonsepte en -vaardighede in (Rachal *et al.*, 2007:193). Kognitiewe leerstrategieë help 'n leerder om 'n spesifieke doelwit te bereik, terwyl metakognitiewe leerstrategieë seker maak dat die doelwit wel bereik word.

'n Wiskunde-onderwyser speel 'n sentrale rol in die ontwikkeling van leerders se metakognitiewe leerstrategieë. Aan die begin van 'n leeraktiwiteit moet die onderwyser die leerders bewus maak van die leerstrategieë wat van toepassing is op probleemoplossing (Du Toit & Kotze, 2009:58-60). Gedurende die leeraktiwiteit kan die onderwyser leerders aanmoedig om hulle denke en vordering met die klasgroep te deel. Sodoende sal die leerders meer bewus word van hul eie optrede en dit sal die onderwyser help om probleemareas te identifiseer. Onderwysers moet daarop ingestel wees om leerders voortdurend aan te moedig en frases soos: “Ek kan nie ...”, “Ek is te stadig...”, “Ek weet nie hoe om ...” sterk te ontmoedig. Hulle (onderwysers) behoort leerders te help om hulpbronne te identifiseer, vaardighede en inligting wat benodig word, in te win ten einde die spesifieke doel te bereik.

Leerders moet voortdurend aangemoedig word om te toets of hulle 'n spesifieke begrip verstaan en of hulle dit in verband kan bring met hulle voorkennis en met ander begrippe (Du Toit & Kotze, 2009:59). Leerders moet na mekaar luister, op mekaar se idees uitbrei, alternatiewe oplossings vir die probleem met mekaar deel en sodoende by ander leerders leer. Self-evaluering en reflektoring laat die leerders op hul denkprosesse fokus.

2.4.4 Affektiewe leerstrategieë

Affektiewe strategieë fokus op selfmotivering in die uitvoer van 'n taak of opdrag (Rachal *et al.*, 2007:193). Dit is belangrik dat leerders deur die onderwyser gemotiveer word om met hulleself “te praat” om hulleself sodoende te motiveer en positief in te stel in die uitvoer van 'n taak. Sodoende sal dit hulle wiskunde-angs verminder en hulle konsentrasie en selfbeeld verbeter (Anthony, 2005:13).

2.4.5 Organisasoriese leerstrategieë

Organisasoriese leerstrategieë sluit alle stel van vrae in die klas, die afneem van notas en opsommings in (Rachal *et al.*, 2007:192-193, Anthony, 2005:13). Dit het ook te doen met korrekte tydsbesteding, hoe om die beskikbare tyd optimaal te gebruik en om beskikbare hulpbronne ten volle te benut.

2.5 Onderrigstrategieë

'n Onderrigstrategie kan as 'n breë plan van aksie gesien word wat verskillende leeraktiwiteite insluit ten einde 'n spesifieke doel te bereik. Die keuse van onderrigstrategieë verskil van onderwyser tot onderwyser. Wanneer 'n onderwyser op 'n onderrigstrategie besluit, is dit belangrik om te weet waarom daardie strategie spesifiek sal werk (Terwel, 2011:5). 'n Spesifieke strategie behoort nie geïsoleerd gebruik te word nie, maar verskillende kombinasies kan geïmplementeer word om 'n bepaalde doel te bereik (Hollabaugh, 2011:122).

Volgens Davin en Van Staden (2005:53) en Borich (2011:175) kan daar tussen twee soorte onderrigstrategieë onderskei word, naamlik deduktiewe en induktiewe strategieë. Dit is van essensiële belang dat wiskunde-onderwysers 'n kombinasie van onderrigstrategieë gebruik in die onderrig van meetkunde, sodat leerders deur al die toepaslike Van Hiele-vlakke van denkontwikkeling (kyk 3.3.2) kan vorder.

2.5.1 Deduktiewe onderrigstrategieë

Deduktiewe onderrigstrategieë is onderwysergesentreerd en tradisioneel van aard (Cangelosi, 1996:145; Borich, 2011:180). Die onderwyser dra kennis oor en leerders moet luister, memoriseer en inligting herroep. Dit neem gewoonlik die vorm van 'n aanbieding aan met verduidelikings, voorbeelde en geleenthede vir oefening en terugvoer. Dit verg verbale verduideliking deur die onderwyser, maar ook onderwyser-leerder-interaksies wat vrae en antwoorde, opsommings en oefening asook die regstel van leerders se foute insluit.

Deduktiewe onderrigstrategieë staan ook bekend as direkte onderrig. Rosenshine en Stevens (Rosenshine, 2008:2) het die volgende as die “stappe” in direkte onderrig geïdentifiseer: Elke les begin met 'n kort oorsig van die vorige les. Die onderwyser stel vervolgens die doelwitte en hoofpunte van wat onderrig gaan word, voor die aanvang van die aanbieding duidelik aan die leerders uit. Nadat die leerinhoud stapsgewys aan leerders verduidelik is, oefen die leerders dit in. Die onderwyser sal deurentyd 'n groot aantal vrae aan leerders stel om seker te maak dat hulle die werk verstaan. Indien daar tyd beskikbaar is, sal leerders met die huiswerk vir die volgende dag begin. Die volgende dag word die huiswerk eers gemerk en bespreek, waarna dieselfde roetine gevolg word (Borich, 2011:180).

In die onderrig van meetkunde, sal die onderwyser byvoorbeeld aan 'n graad 10-klas noem dat die eienskappe van 'n parallelogram behandel gaan word. Daarna sal die onderwyser die leerders bloot op die eienskappe daarvan wys deur dit op die bord te skryf en verduidelik, of die onderwyser kan moontlik van dinamiese wiskundesagteware gebruik maak om dit aan die leerders te verduidelik. Vervolgens sal geleentheid vir vrae gegee word, waarna die leerders met hul huiswerk kan voortgaan.

2.5.2 Induktiewe onderrigstrategieë

In die toepassing van induktiewe onderrigstrategieë is die fokus op leerderdeelname (Hollabaugh, 2011:120). Die leerders behoort verantwoordelikheid vir hul eie leer te aanvaar.

Induktiewe onderrigstrategieë staan ook bekend as ondersoekende of ontdekkende onderrigstrategieë waar kennis deur die leerders se ervarings en interaksies met 'n spesifieke onderwerp gebou word (Borich, 2011:215). Dit is leerdergesentreerd en in plaas daarvan dat die onderwyser 'n sekere konsep verduidelik en dan voorbeelde doen, gee die onderwyser vir leerders sinvolle take (kyk 2.6) sodat hulle self die konsep kan "ontdek".

Koöperatiewe leer, begeleide ontdekking en die ondersoekende werkswyse is enkele strategieë wat gebruik word om wiskunde op 'n induktiewe wyse te onderrig (Borich, 2011:215). Dit wil voorkom of die gebruik van hierdie strategieë veral van toepassing is op die onderrig van Euklidiese meetkunde.

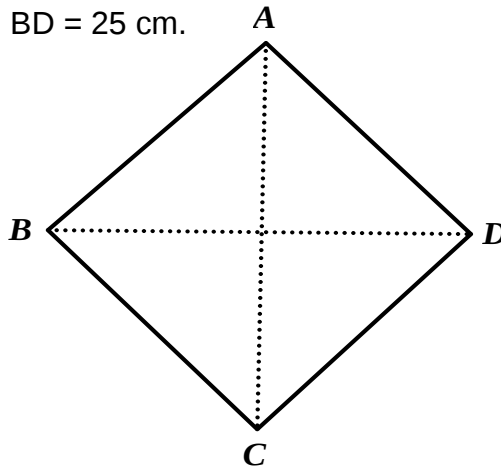
2.5.2.1 Koöperatiewe leer

Koöperatiewe leer word volgens Du Toit en Kotze (2009:61) en Slavin (2011:344) gedefinieer as 'n onderrigstrategie waar leerders in klein groepe as 'n span saamwerk om 'n probleem op te los, 'n taak te voltooi of om 'n gemeenskaplike doel te bereik. Dit is dus 'n organisatoriese werkswyse waartydens sorgvuldig geselekteerde en duidelike omlynde probleemsituasies (take) deur afsonderlike groepies leerders aangepak word. Wedersydse deelname en interafhanklikheid tussen leerders is dus noodsaaklik. Wiskundelesse moet op só wyse beplan word dat alle leerders kan deelneem ten einde hul leerdoelwitte te bereik. Dit is belangrik om groepsdoelwitte en individuele aanspreeklikheid te beklemtoon ten einde 'n sukses te maak van koöperatiewe wiskundeonderrig. Groepsdoelwitte is belangrik, omdat leerders van mekaar leer en besef dat hulle 'n verantwoordelikheid het om mekaar te help om sodoende sukses te verseker. Individuele aanspreeklikheid is ook noodsaaklik sodat almal in die groep hul deel doen en die werk nie die verantwoordelikheid van slegs een of twee groepslede is nie. Die gegewe taak (kyk 2.6) word dus op 'n demokratiese wyse afgehandel sodat terugrapportering aan die klas vir 'n finale standpunt en uitspraak kan geskied. Alle groepslede moet saamwerk om 'n sukses van koöperatiewe leer te maak. Alhoewel die leerder verantwoordelik is vir sy/haar eie leer, kontroleer die onderwyser die groepaktiwiteite.

Graad 10-leerders kan byvoorbeeld gevra word om in hul groepe die onderstaande probleem (Figuur 2.5) op te los. Hulle moet saamwerk en kan moontlik hul voorkennis van oppervlaktes van driehoeke gebruik om die probleem op te los.

Voorbeeld 4

Bereken die oppervlakte van vierhoek ABCD, met $AC = 24$ cm en $BD = 25$ cm.



Figuur 2.5: Voorbeeld van 'n taak wat deur middel van koöperatiewe leer uitgevoer kan word.

Terwel (2011:5) het die volgende ses redes gegee waarom koöperatiewe leer met groot welslae aangewend kan word:

- Leerders moet in groepe werk om sekere probleme saam op te los. In dié proses mag leerders die probleme heel moontlik vanuit verskillende uitgangspunte benader. Dit mag heel moontlik tot sosio-kognitiewe konflikte lei, wat weer verder tot 'n gevoel van onsekerheid by sekere leerders kan lei. Leerders kan hierdeur gemotiveer word om hul eie oplossings te beoordeel vanuit ander groepslede se perspektief en leerders wat onseker voel, kan deur hul groepslede gehelp word om die take beter te verstaan. Borich (2011:365) voer verder aan dat leerders deur middel van koöperatiewe leer belangrike waardes en houdings opbou deur die interaksies met ander.
- Leerders word bevoordeel deur die kennis, vaardighede en ervarings wat in die groep beskikbaar is. Hulle gebruik mekaar as "inligtingsbronne" en so word elkeen se kennis in die groep bevorder.

- Leerders kry die geleentheid om hul idees en denke te verbaliseer. Sommige leerders sal eerder in 'n klein groep praat as voor die hele klas en dit sal die kanse verbeter om deur ander leerders “onderrig” te word. Hulle leer effektiewe probleemoplossingstrategieë by mekaar.
- Wanneer leerders saamwerk, word die leerproses verdiep deur die interaksie met mekaar.
- Om vir leerders take te gee met verskillende kognitiewe-en ervaringsvlakke (kyk 2.6.3), skep vir hulle die geleentheid om hulle onderskeie sterkpunte toe te pas wanneer daar na oplossings gesoek word. Waar die een leerder te kort skiet, help die ander leerder. Dit is die begin van hoër-denkprosesse wat slegs deur interaksie met ander ontwikkel en nie teoreties aangeleer kan word nie (Borich, 2011:366).
- Koöperatiewe leer bevorder aktiewe verwerking van inligting (kyk 2.2.1.3) wat weer op ander situasies toegepas kan word.

Borich (2011:364) is van mening dat koöperatiewe leer leerders voorberei om in die volwasse wêreld te redeneer en te presteer. Dit is nie voldoende dat onderwysers leerders onderrig ten opsigte van hoe om te redeneer, probleme op te los en krities te dink nie; leerders moet ook hierdie vaardighede prakties kan toepas.

2.5.2.2 Begeleide ontdekking

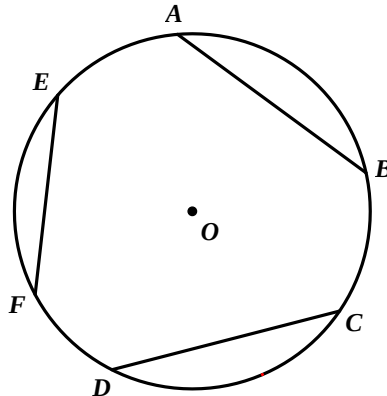
Tydens begeleide ontdekking skets die onderwyser 'n reeks gestruktureerde situasies aan die leerders (Flahive, 2009:305-308). Nie alle leerders vind dit maklik om onder alle omstandighede te “ontdek” nie en die gebruik van hierdie onderrigstrategie kan tot frustrasie en 'n verloor van belangstelling by leerders lei. Om laasgenoemde te verhoed, kan die onderwyser ekstra wenke aan leerders wat moedeloos word, gee. Hierdie wenke behoort die leerders te help om die konsep, reël of beginsel te ontdek. Hierdie metode kan wel baie tyd in beslag neem, want sommige leerders sal dalk nooit konsepte of beginsels kan ontdek nie; dit verg deeglike beplanning van 'n ervare onderwyser om 'n sukses hiervan te maak.

As voorbeeld van begeleide ontdekking kan graad 11-leerders gevra word om die onderstaande taak (kyk Figuur 2.6) aan te pak. Die doel van hierdie taak is om die stelling wat lui dat die lyn wat van die middelpunt van die sirkel loodreg op 'n koord

van die sirkel getrek word, die koord halveer, sêlf te “ontdek” en daarna in ’n toepassing te gebruik.

Voorbeeld 5

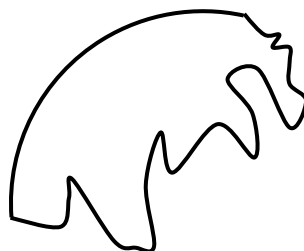
- a) Trek loodregte lyne van die middelpunt na die koorde AB, CD en EF in die gegewe sirkels. Gebruik ’n liniaal en gradeboog.



- b) Meet die koorde en ook die twee gedeeltes wat gevorm is deur die loodregte lyne wat op die koorde getrek is.
c) Wat merk jy op?
d) Watter gevolgtrekking kan jy maak?
e) Tydens argeologiese opgrawings op ’n Griekse eiland, is stukke breekware gevind. Argeoloë is van mening dat ornamentale borde wat gedurende verskillende eras gemaak is, verskillende lengtes middellyne gehad het. Hieronder volg die spesifikasies waarvolgens die argeoloë bepaal van watter era ’n spesifieke bord afkomstig is:

Lengte van middellyn (cm)	Bord gemaak in ongeveer
middellyn $\in$ [5 ; 6,5)	150 v.C.
middellyn $\in$ [6,5 ; 8)	100 v.C.
middellyn $\in$ [8 ; 9,5)	50 v.C.
middellyn $\in$ [9,5 ; 11)	25 v.C.

Die onderstaande diagram is ’n voorstelling van só ’n stuk ronde bord. Bepaal (deur meting en konstruksie) van watter era dié bord afkomstig is.



Figuur 2.6: Voorbeeld van ’n taak wat deur middel van begeleide ontdekking uitgevoer kan word.

2.5.2.3 Die ondersoekende werkswyse

'n Wiskunde-ondersoek kan gedefinieer word as 'n versameling van probleemoplossingstake (kyk 2.6) wat die moeite werd is om aan te pak (Watson & Barton, 2011:66). Genoemde take kan temagebaseerd wees, multidimensionele inhoude bevat en oopeinde- of verskeie aanvaarbare oplossings hê. 'n Wiskunde-ondersoek is 'n vorm van ontdekking en benodig gevolglik voldoende tyd.

'n Wiskunde-ondersoek voorsien aan leerders die geleentheid om betrokke te wees by interessante, uitdagende, stimulerende take (Watson & Barton, 2011:66). Leerders kan hul eie vrae oor die wiskundesituasies stel, hul eie benaderings volg, asook belangrike wiskundevaardighede en -kennis wat hul reeds geleer het, gebruik om hulle eie ontdekkings te maak.

Ten einde die sukses van 'n wiskunde-ondersoek te verseker, is dit essensieel dat onderwysers tyd met leerders moet deurbring nadat hul die ondersoek gedoen het. Dit gee leerders die geleentheid om te reflekteer op wat hul ontdek het om sodoende wat hulle geleer het in verband te kan bring met vorige werk (Watson & Barton, 2011:72).

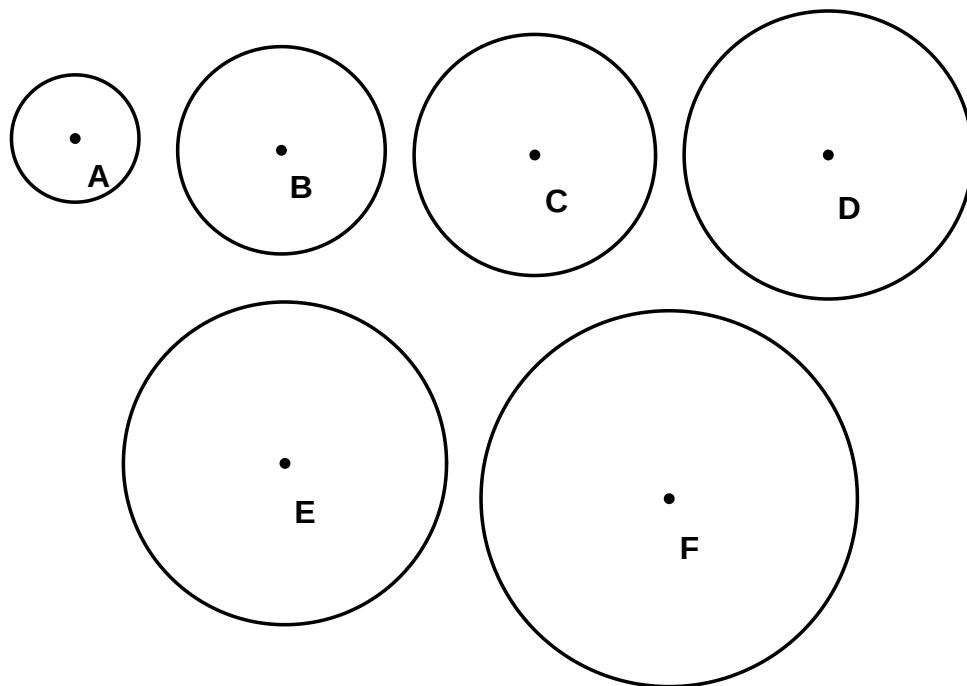
Die ondersoekende werkswyse het vyf prominente stappe:

- ondersoek 'n aantal voorbeelde;
- ontleed elke voorbeeld;
- wat is die ooreenkomste tussen die voorbeelde? (wat is dieselfde?);
- lei 'n reël af;
- toets of die reël altyd werk.

As voorbeeld hiervan kan aan leerders 'n stuk tou, liniaal en sirkels, waarvan die omtrek en middellyn gemeet moet word, gegee word. Die leerders sal met hierdie ondersoek aflei dat die verhouding van die omtrek van 'n sirkel tot die middellyn die waarde van pi (π) gee (kyk Figuur 2.7).

Voorbeeld 6

Gebruik die gegewe stukkie tou en liniaal om elke sirkel se omtrek en middellyn te meet. Voltooi dan die gegewe tabel om sodoende in staat te wees om tot 'n gevolgtrekking te kom.



Sirkel	Omtrek	Middellyn	$\frac{\text{Omtrek}}{\text{Middellyn}}$
A			
B			
C			
D			
E			
F			

Wat kan jy uit hierdie ondersoek aflei?

Figuur 2.7: 'n Voorbeeld van 'n taak waar van die ondersoekende werkswyse gebruik gemaak kan word.

Terwyl leerders aan bogenoemde ondersoek werk, word hul blootgestel aan hoër-orde wiskundige denke. Hulle maak gebruik van wiskundige prosesse soos die maak

van veronderstellings, die toets van hierdie veronderstellings en veralgemening (Su Kwang, 2002:33). Die leerders sal gefokus wees en mekaar motiveer om tot die oplossing van die ondersoek te kom.

2.6 Wiskundetake

Wanneer take opgestel word, moet die volgende in gedagte gehou word: die leerders se ervaring en bestaande kennis moet eerstens die aanknopingspunt wees vanwaar daar na nuwe konsepte en metodes beweeg behoort te word; verder moet gepoog word om wiskundige konsepte in alledaagse situasies te gebruik.

Aangesien kennis gebaseer en gebou word op, onder andere, voorkennis, is die doel van take om geleenthede aan leerders te voorsien om hul kennis met nuwe inligting te verbind en om op hierdie kennis te bou deur aktiewe betrokkenheid in betekenisvolle probleemoplossing (Stein *et al.*, 2008:315). Wanneer leerders aan realistiese en komplekse wiskundetake blootgestel word, gebruik hulle mekaar as bronne om deur die probleme te werk en hulle deel hul strategieë en oplossings in die klaskamerbesprekings/diskoers (kyk 2.3).

Die gee van wiskundetake bestaan volgens Stein *et al.* (2008:315) uit drie fases. Dit begin met die gee van 'n wiskundetaak deur die onderwyser aan die leerders. Hierdie fase word gevolg deur die “ontdekkingsfase” waar leerders aan die probleem moet werk en dit moontlik in klein groepe bespreek. Die laaste fase is die “bespreek-en oplosfase” waar elke groep aan die hele klas moet terugvoer gee. Hulle moet hul benadering tot die probleem met mekaar bespreek. Gedurende hierdie fase word op die skep van norme (kyk 2.2.2) gefokus wat leerders in staat stel om te voel dat hul bydrae belangrik genoeg is om na te luister en ernstig op te neem. Sodoende word 'n gunstige leeromgewing geskep.

2.6.1 Die opstel en uitvoer van wiskundetake

Wanneer wiskundetake wat hoë kognitiewe denke van leerders vereis deur onderwysers beplan en opgestel word, kan onderwysers antisipeer wat leerders se moontlike reaksies of antwoorde daarop sal wees en daarvolgens besluite neem om leerders se oplossings verder te struktureer (Stein *et al.*, 2008:317). Daar is vyf prosesse betrokke by die opstel en uitvoer van take: (1) die voorspelling van leerders

se moontlike response op 'n taak; (2) die monitor van leerders se denkwyses tydens die uitvoer van die taak; (3) die kies van spesifieke groepe leerders om hul oplossings met die klas te deel; (4) die aanbieding van groepe se oplossings in 'n spesifieke volgorde (soos bepaal in (3)) en (5) die maak van verbindings tussen die verskillende oplossings en sleutelidees (terugvoer).

2.6.2 Leerderbetrokkendheid en motivering

Onderwysers behoort take aan leerders te gee sodat hulle die geleentheid kan kry om betrokke te raak in die wiskundeklaskamer. Dit kan lei tot die betekenisvolle leer van wiskunde (kyk 2.2.1.3) en ook tot die vermoë om komplekse probleemoplossings- (kyk 2.4.2), redenerings- en kommunikasievaardighede ten toon te stel. Die soort wiskundetake wat aan leerders gegee word, het 'n sterk invloed op die tipe denkwyses waarin leerders betrokke raak.

Wanneer sinvolle wiskundeprobleme in die vorm van take aan leerders gegee word, gee dit die leerders “iets om oor te praat” (Franke *et al.*, 2007:234). Hierdie take betrek leerders se denke en redenering oor wiskundige idees. Om hoër-orde kognitiewe take te selekteer en op te stel, verseker nie noodwendig 'n hoër-orde-betrokkendheid by die leerders nie. Verder gee take die onderwyser die geleentheid om leerders aan te moedig om hul denkwyses te deel, om verskillende benaderings te vergelyk en om aannames en veralgemenings te maak.

Wiskundetake wat onderwysers in die klas gebruik, moet leerders se aandag trek en dit behou (Artzt *et al.*, 2008:10). Dit wil voorkom asof leerders probleme ondervind om wiskunde (in die besonder meetkunde), met die leefwêreld buite die skool in verband te bring. Sinvolle meetkundetake kan probleme van hierdie aard help oorkom.

2.6.3 Volgorde en moeilikheidsgraad

Kognitiewe eise wat aan leerders gestel word deur 'n taak, kan wissel van blote memorisering en die gebruik van prosedures en algoritmes (laer-ordevaardighede), tot die gebruik van komplekse denk- en redeneringsvaardighede soos byvoorbeeld die oplos van nie-roetineprobleme (hoër-ordevaardighede). Onderwysers moet

geskikte take gebruik wat fokus op wat leerders alreeds weet en kan doen en waarop hulle kan verbeter (Franke *et al.*, 2007:236; Artzt *et al.*, 2008:11).

Die moeilikheidsgraad of kognitiewe vlak van 'n wiskundetaak verwys na die kognitiewe prosesse wat leerders nodig om die taak uit te voer (Doyle, 1988:170; Stein *et al.*, 1996:456). Take wat primêr gebaseer is op geheue en formules is algemeen in wiskundeklaskamers. Die kurrikulum lê egter klem op die belangrikheid van hoër-orde kognitiewe prosesse (DBE, 2011: 8). Hoër-orde kognitiewe prosesse het te make met die wyse waarop kennis en vaardighede in spesifieke omstandighede gebruik kan word om probleme te interpreteer en om by oplossings uit te kom. Die fokus van take wat hoër-orde kognitiewe prosesse vereis, is op begrip, interpretasie, toepassing van kennis en vaardighede en die inwin van inligting van verskillende bronne om die taak suksesvol te voltooi. Dit bevorder die ontwikkeling van die verstaanprosesse wat kritiese en logiese denke bevorder en dra by tot probleemoplossing wat besluitneming in die geheel ondersteun.

Die moeilikheidsgraad van take moet leerders in staat stel om hul voorkennis en ervaring te gebruik om take te verstaan en suksesvol te voltooi (Artzt *et al.* 2008:10). Take behoort op die regte standaard ten opsigte van moeilikheidsgraad wees. As dit te moeilik is, sal leerders moed verloor, maar as dit weer te maklik is, sal daar nie aan die kognitiewe eise voldoen word nie.

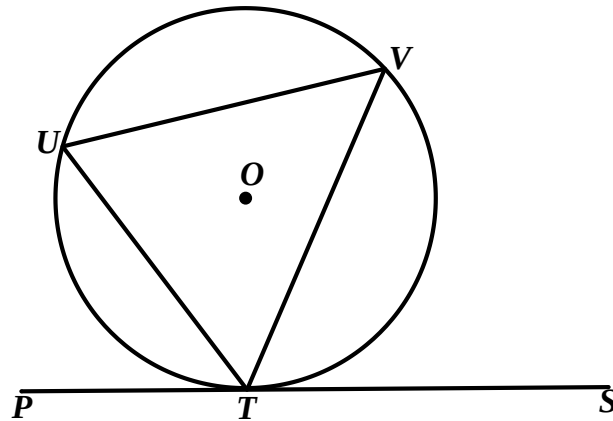
Om meetkunde met begrip te leer (sodat leerders verstaan) (kyk 2.2.1.3), moet daar genoeg werk gedoen word op 'n toepaslike vlak (Stols, 2013:4). Leerders moet betrek word in 'n reeks meetkunde-aktiwiteite van verskillende kognitiewe vlakke. Die assesseringsriglyne vir wiskunde (DBE, 2011:53) gebruik die 1999 TIMSS-taksonomie om assesseringstake op verskillende vlakke te klassifiseer. Die vlak van kompleksiteit van wiskundevrae word in vier kognitiewe vlakke verdeel, naamlik kennis (20%), die uitvoer van roetine-prosedures (35%), die uitvoer/toepassing van komplekse prosedures (30%) en probleemoplossing en redenering (15%).

Die kennisvlak sluit die gebruik van algoritmes, die herroep van idees, die gebruik van eenvoudige wiskundige feite en formules in (DBE, 2011:53). Op die kennisvlak

kan daar getoets word of die leerders hul meetkundestellings, wat volledig in die klas bespreek is, ken (kyk Figuur 2.8).

Voorbeeld 7

In die figuur is ST 'n raaklyn aan die sirkel, met middelpunt O . U en V lê op die omtrek van die sirkel. Bewys die stelling dat die hoek tussen die raaklyn en koord gelyk is aan die hoek in die teenoorgestelde sirkelsegment ($\angle VTS = \hat{U}$).

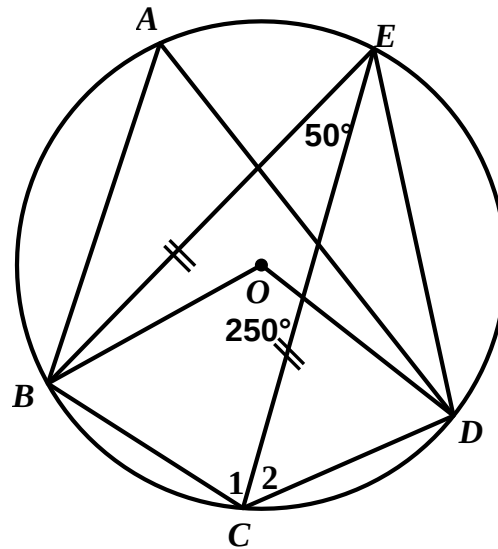


Figuur 2.8 : 'n Voorbeeld van 'n vraag op die kennisvlak.

Die assesseringsriglyne (DBE, 2011:53) vir wiskunde verduidelik en beskryf roetine prosedures as eenvoudige toepassings en berekeninge wat baie stappe mag verg (kyk Figuur 2.9).

Voorbeeld 8

Verwys na onderstaande figuur:



Punte A,B, C, D en E is punte op die omtrek van die sirkel, met middelpunt O.

Verder word dit gegee dat koord $BE = EC$.

$\hat{BOD} = 250^\circ$ en $\hat{BEC} = 50^\circ$

Bepaal die groottes van die volgende hoeke. Toon alle berekeninge en redes:

- a) $\hat{A}$
- b) $\hat{BCD}$
- c) $\hat{C}_2$

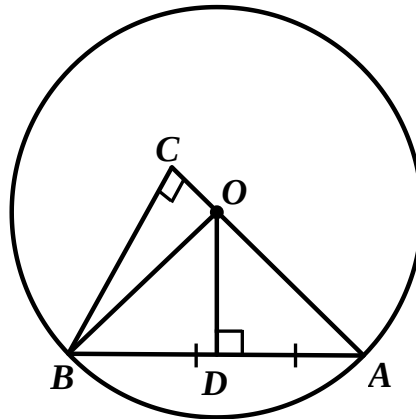
Figuur 2.9: Voorbeeld van 'n vraag waar leerders roetine prosedures moet toepas.

'n Komplekse prosedure (DBE, 2011:53) het hoofsaaklik te doen met probleme waarmee leerders onbekend is; probleme wat nie 'n direkte roete tot 'n oplossing het nie (kyk Figuur 2.10).

Voorbeeld 9

AB is 'n koord van 'n sirkel met middelpunt O.

AO is verleng na C sodat $AC \perp BC$. Verder is $OD \perp AB$.



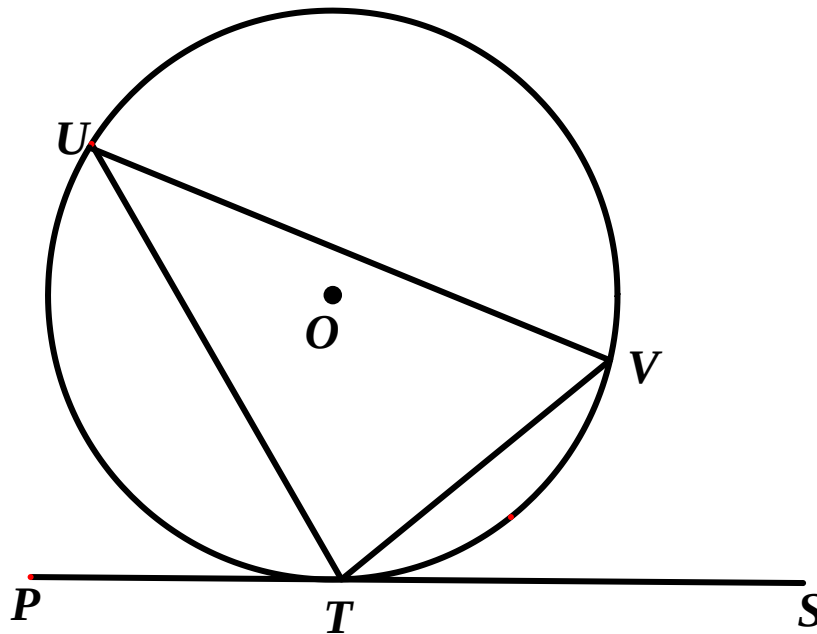
- a) Bewys dat $\triangle ABC \sim \triangle AOD$
- b) Toon aan dat $OA \cdot AC = OA^2 + OA \cdot OC$
- c) Bewys vervolgens dat $2BD^2 = OA^2 + OA \cdot OC$

Figuur 2.10: Voorbeeld van 'n vraag waar daar van leerders verwag word om komplekse prosedures uit te voer.

Die vierde kognitiewe vlak, naamlik probleemoplossing (DBE, 2011:53), hou verband met die oplos van nie-roetine-, onbekende probleme wat 'n hoë vlak van begrip en kognitiewe prosesse vereis. Dit kan byvoorbeeld van leerders verwag word om in groepe (kyk 2.5.2.1) te werk, 'n stelling saam te ontdek en die formele bewys daarvan te probeer neerskryf (kyk Figuur 2.11). Elke groep sal hulle eie unieke sirkel en driehoek van verskillende groottes trek.

Voorbeeld 10

- a) Teken 'n netjiese driehoek waar al drie die hoekpunte op die omtrek van 'n sirkel lê. Trek nou 'n raaklyn aan die sirkel met een van die driehoek se hoekpunte as die kontakpunt (sien onderstaande skets).

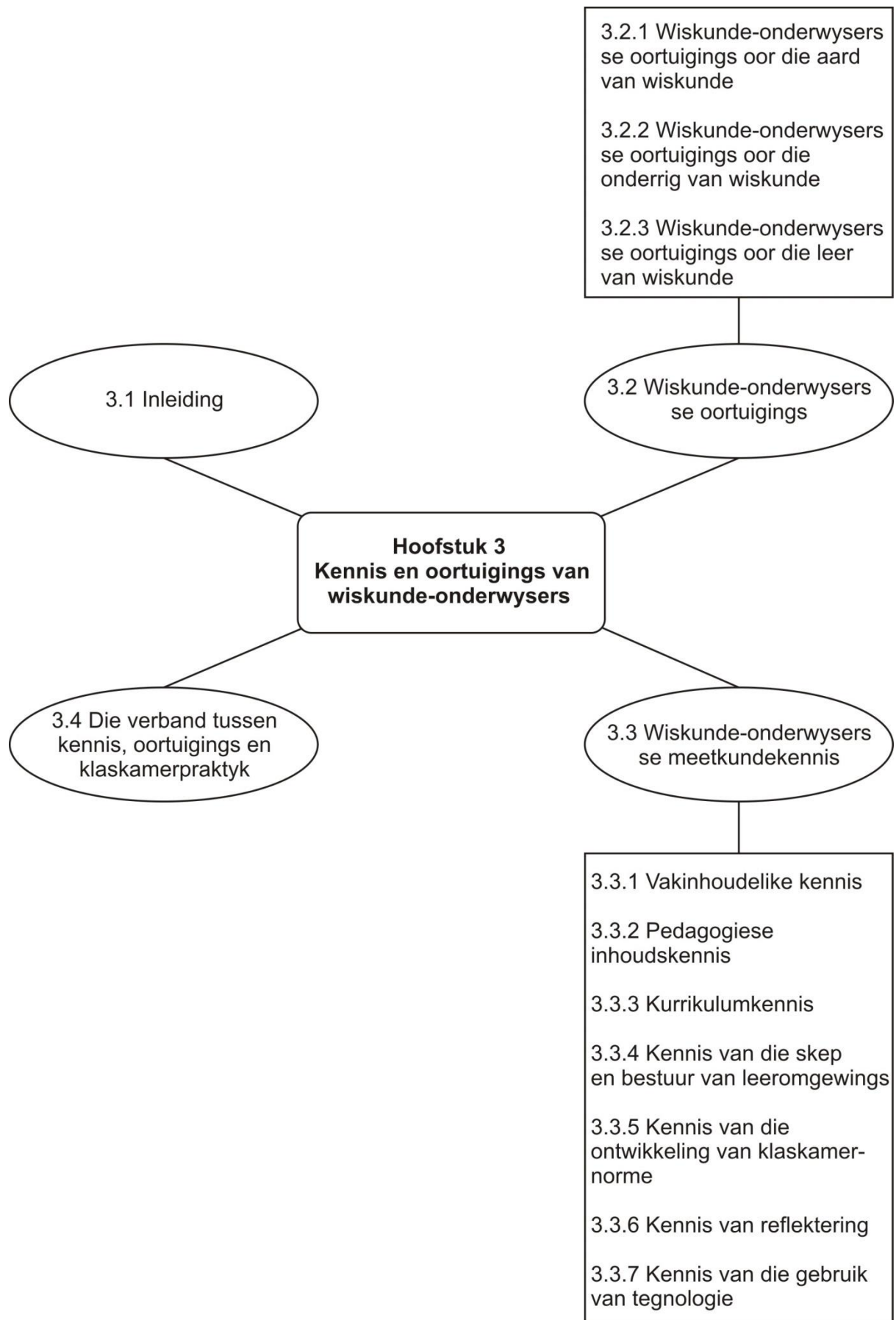


- b) Meet al die hoeke wat jy in die sirkel kan vind.
- c) Bespreek, in julle groepe, wat julle raaksien. Probeer om 'n patroon te sien.
- d) Formuleer die resulterende stelling. Klasbespreking.
- e) Probeer nou om 'n formele bewys vir hierdie stelling neer te skryf. Elke groep sal hul poging op die bord kom skryf.

Figuur 2.11: 'n Voorbeeld waar daar van leerders verwag word om probleemoplossingstrategieë toe te pas.

2.7 Samevatting

In hierdie hoofstuk is gekyk wat onder klaskamerpraktyk verstaan word. Dit sluit die skep van 'n gunstige leeromgewing (kyk 2.2) in waar sinvolle klaskamergesprekke (kyk 2.3) kan plaasvind in die onderrig (kyk 2.5) en leer (kyk 2.4) van wiskunde. Deur klaskamerinteraksie bou die leerders en onderwyser 'n terrein op waar saamgewerk word en wiskundekennis met mekaar gedeel word, terwyl verskillende take (kyk 2.6) aangepak word.



HOOFSTUK 3: KENNIS EN OORTUIGINGS VAN WISKUNDE-ONDERWYSERS

3.1 Inleiding

Die verband tussen die leer van wiskunde en klaskamerpraktyk is in hoofstuk 2 aan die hand van die literatuur bepaal. Dit is duidelik dat klaskamerpraktyk, wat in hierdie studie in die klaskamerdiskoers, die leeromgewing, leer- en onderrigstrategieë en wiskundetake onderverdeel word, die leer van wiskunde direk beïnvloed. Hoofstuk 3 het ten doel om die verband tussen 'n onderwyser se kennis, oortuigings en klaskamerpraktyk aan die hand van literatuur te bespreek.

3.2 Wiskunde-onderwysers se oortuigings

'n Oortuiging bestaan uit 'n onderwyser se stelsel van opvattinge, waardes en ideologieë (Ernest, 1989:20). Artzt (2008:20) definieer oortuigings as 'n geïntegreerde sisteem van implisiete aannames oor die vak, die leerders en die leer en onderrig van die vak. Oortuigings dien as 'n filter vir onderwysers se doelwitte en kennis en het 'n sterk invloed op hul klaskamerpraktyk (kyk hoofstuk 2).

3.2.1 Onderwysers se oortuigings oor die aard van wiskunde

Volgens Ford (1994:315) en Ernest (1989b:20) bestaan oortuigings oor die aard van wiskunde uit bewustelike en onbewustelike oortuigings oor konsepte, reëls en voorkeure aangaande wiskunde as 'n dissipline wat die onderwyser se optrede in die klaskamer kan beïnvloed. Hierdie oortuigings vorm die basis van die onderwysers se eie filosofie oor wiskunde wat hulle bewustelik of onbewustelik daarvoor mag hê (Philipp, 2007:259).

Handal (2003:48) en Stipek *et al.* (2001:215) ondersteun Ernest (1989a:20 en 1989b:249) se siening dat daar tussen drie soorte oortuigings van wiskunde onderskei kan word, naamlik die instrumentalistiese, platonistiese oortuigings en 'n oortuiging wat klem lê op die probleemoplossende aanbieding van wiskunde.

Wanneer iemand 'n instrumentalistiese oortuiging ten opsigte van wiskunde het, beskou hulle wiskunde as nuttig, maar bloot as 'n versameling reëls, feite en vaardighede wat min of niks met mekaar te doen het nie (Plotz, 2007:67). Die implikasie van só 'n oortuiging ten opsigte van wiskunde lei tot die voorstelling van

die wiskundekurrikulum as 'n stel reëls wat deur herhaalde oefening en toepassing ingedril word totdat dit op 'n outomatiese wyse weergegee kan word, eerder as om leerders toe te laat om te dink en te verstaan.

Volgens onderwysers wat 'n platonistiese oortuiging ten opsigte van wiskunde het, is wiskunde 'n vasgestelde en statiese liggaam van sekere kennis wat uit 'n logiese en betekenisvolle netwerk van interafhanklike waarhede bestaan (reëls, feite en algoritmes), verbind met mekaar deur logika en betekenis (Stipek *et al.*, 2001:214). Onderwysers met só 'n oortuiging van wiskunde, sien wiskunde dan as 'n statiese liggaam van kennis wat te make het met 'n stel reëls en prosedures wat altyd 'n korrekte antwoord oplewer. Wiskunde is dus vir hulle 'n statiese dissipline wat abstrak ontwikkel het en “ontdek” is. Om wiskunde te “ken” beteken dus vir hulle om vaardig en doeltreffend te wees in die uitvoer van prosedures en die manipulerings van simbole sonder om regtig te verstaan wat dit beteken.

Onderwysers wat 'n instrumentalistiese of platonistiese oortuiging oor wiskunde het, sal heel waarskynlik deduktiewe of direkte onderrigstrategieë gebruik (kyk 2.5.1) om kennis “oor te dra”.

Onderwysers wat 'n probleemgedrewe/oplossende oortuiging ten opsigte van wiskunde het, sien wiskunde as 'n dinamiese dissipline wat in die menslike brein “gemaak” word (Handal, 2003:48-49). Wiskunde is dan 'n dinamiese proses van ondersoek om meer te wete te kom en is dus nie 'n afgehandelde produk, wat sy oorsprong buite die individu het nie. So 'n probleemoplossingsbeskouing van wiskunde kan tot die aanvaarding van leerders se metodes en benaderings lei. Onderwysers wat van bogaande oortuiging is, sal heel waarskynlik induktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.2) in die onderrig van wiskunde gebruik.

3.2.2 Wiskundeonderwysers se oortuigings oor die onderrig van wiskunde

Ernest (1989:22), Franke *et al.* (2007:233) en Liljedahl (2008:3) is van mening dat 'n onderwyser se oortuigings oor die aard van wiskunde, sy/haar onderrig beïnvloed.

Onderwysers met platonistiese en instrumentalistiese oortuigings ten opsigte van wiskunde, sal dit moeilik vind om wiskunde met die werklike wêreld in verband te

bring (Plotz, 2007:68). Wiskunde is vir hulle 'n versameling reëls en prosedures wat meganies geleer moet word. Hierdie tipe onderrig is onderwysergesentreerd en die tipe onderrigstrategieë wat heel moontlik hier gebruik gaan word, is deduktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.1). Wiskunde is dus iets wat aangeleer kan word deur onderrig en dit is nie iets wat in die verstand van die leerders geskep word nie.

Onderwysers met platonistiese en instrumentalistiese oortuigings ten opsigte van wiskunde is die gewers van kennis en die leerders is die passiewe ontvangers daarvan. Die onderwyser is dus hier in beheer (Liljedahl, 2008:3). Indien die onderwyser dus van die oortuiging is dat wiskunde geassosieer word met die kén daarvan en die vinnige uitwerk van die regte antwoorde, sal die doen van wiskunde beteken dat sekere reëls wat neergelê word, gevolg moet word. Dit beteken dat die onderwyser en die handboek die outoriteit in die klaskamer is en dat wiskunde nie 'n vak is wat geskep of ondersoek word nie. Woorde soos “miskien” en “moontlik” sal dus nie in 'n wiskundeklas gehoor word nie. Vir sulke onderwysers, gaan wiskunde-onderrig oor die oordra van duidelike stappe wat dan deur die leerders slaafs nagevolg en ingeoefen moet word. Hier is dus nie sprake van onderhandelinge en klasbesprekings nie. Sodanige oortuigings ondersteun dan onderwysers se klaskamerpraktyk en beperk die inhoud ten opsigte van wat die onderwysers moet weet.

Leerdergesentreerde onderrig (kyk 2.5.2) vind in 'n klaskamer plaas waar daar op die persoonlike konstruksie van wiskundekennis gefokus word (Manouchehri & Enderson, 2003:115). Die leerders is aktief betrokke in die sinmaak van wiskunde deur ondervinding, deur wiskunde te dóén. Hierdie wyse van onderrig word heel waarskynlik deur onderwysers wat 'n probleemoplossende oortuiging ten opsigte van wiskunde het, gebruik; onderwysers wat wiskunde as 'n dinamiese dissipline sien (Liljedahl, 2008:3). Die onderwyser sal gefokusde vrae aan die leerders rig om sodoende leerders se aandag op belangrike wiskunde-idees te plaas en die verantwoordelikheid van die dinkwerk aan leerders oorlaat. Onderwysers moet verder genoeg tyd aan leerders gee om hul eie idees te genereer, te ondersoek en te bespreek. Leerders moet die kans kry om die waarde van die oplossing te verstaan deur verduideliking en die bespreking van antwoorde in groepsverband. Die rol van die onderwyser is om te ondersteun en leiding te gee, eerder as om kennis

bloot oor te dra. Die onderwyser gee dus aan die leerders die beheer oor om sêlf hulle eie strategieë te gebruik om probleme op te los. Dit beteken egter nie om alles aan die leerders oor te laat en self niks te doen nie. Daar moet altyd 'n balans wees tussen wat die leerder self doen en wat die onderwyser doen om die leerders te help.

3.2.3 Wiskunde-onderwysers se oortuigings oor die leer van wiskunde

Leer (kyk 2.2.1) vind, volgens Woolfolk (2007:206), plaas wanneer 'n leerder 'n permanente verandering in sy/haar kennis of gedrag ervaar.

Stipek *et al.* (2001:214) voer aan dat 'n onderwyser se klaskamerpraktyk direk verband hou met sy/haar oortuigings ten opsigte van die leer van wiskunde. Die platonistiese en instrumentalistiese oortuigings ten opsigte van wiskunde word geassosieer met 'n behavioristiese benadering tot leer (kyk 2.2.1.1) (Handal, 2003:47). Hier word klem gelê op die oordrag van kennis en fokus op die pedagogiese waarde van formules, prosedures en drillwerk. Die produkte is belangriker as die prosesse. Die probleemoplossende oortuiging ten opsigte van wiskunde word geassosieer met 'n konstruktivistiese benadering tot leer (kyk 2.2.1.3) (Handal, 2003:47) waarmee klem gelê word op probleemoplossing, reflektiewe prosesse en verkennende leer.

3.3 Wiskunde-onderwysers se meetkundekennis

'n Hoë vlak van kennis is van kardinale belang in effektiewe wiskunde-onderrig (Taylor, 2008). 'n Onderwyser moet oor vakinhoudelike kennis en 'n hoë vlak van pedagogiese inhoudskennis beskik om effektiewe onderrig te verseker. Wiskunde-onderrig vereis gespesialiseerde kennis wat vakinhoudelike kennis, pedagogiese inhoudskennis, kurrikulumkennis, kennis oor die skool en bestuur van leeromgewings, die ontwikkeling van klaskamernorme, reflektering en die gebruik van tegnologie, insluit.

3.3.1 Vakinhoudelike kennis

Vakinhoudelike kennis is die hoeksteen van onderrig, want dit beïnvloed die wyse waarop onderwysers die kennis gaan onderrig (Van der Sandt & Nieuwoudt, 2003:199). Dit sluit kennis van die hoofkonsepte, beginsels en prosedures in

wiskunde en die verband tussen hierdie komponente in. 'n Onderwyser se vakinhoudelike kennis het 'n groot impak op hulle klaskamerpraktyk (hoofstuk 2) en dit kan indirek die leerder se prestasie beïnvloed (Hill *et al.*, 2008:371). Onderwysers moet 'n diepgaande kennis hê van die spesifieke wiskunde wat hul onderrig, wat alreeds onderrig is (voorkennis), sowel as die wiskunde wat hul leerders in die toekoms gaan leer.

Van der Walle (2014:27) het dit betekenisvol gevind om tussen twee tipes kennis te onderskei, naamlik prosedurele en konseptuele kennis.

Prosedurele kennis is die kennis van die reëls en prosedures wat 'n mens gebruik in die uitvoering van roetine wiskundetake en sluit ook die simbole in wat gebruik word om wiskunde voor te stel (Van der Walle, 2014:27). Hierdie prosedures is onder andere die probleemoplossingstrategieë (Hiebert & Lefevre, 1986:6).

Konseptuele kennis verwys na 'n onderwyser se diep konseptuele begrip van 'n wiskunde probleem (Plotz, 2007:72). Dit hou dus verband met betekenisvolle leer deurdat dit verbande tussen belangrike idees moontlik maak en dit dui op begrip van 'n probleem. Die onderwyser moet by magte wees om konsepte te konstrueer en verhoudinge te ontdek of verbindings tussen konsepte en tussen konsepte en prosedures te maak. Dit behels verder die raaksien van verwantskappe tussen verskillende velde in 'n dissipline. Die onderwyser moet in staat wees om te kan verduidelik waarom 'n sekere wiskundige beginsel geld en ook hoe dit inpas by ander verskynsels binne en buite die vakdissipline (Shulman, 1987:9). Onderwysers mag in die situasie beland waar hulle onbekende probleme moet oplos en besluite wat hulle dan moet neem, is afhanklik van 'n grondige konseptuele kennis.

Wanneer 'n onderwyser oor wiskundige bevoegdheid beskik, het hy/sy, volgens Kilpatrick (2001:116), 'n hoë vlak van konseptuele én prosedurele kennis.

Die rol van wiskundetaal is baie belangrik as daar na vakinhoudelike kennis verwys word. Babineau (2010:1) voer aan dat wiskunde ryk is aan konsepte en terminologie, taal van instruksies in die wiskunde-klaskamer, komplekse woordeskat, terme en simbole. Wiskunde het dus sy eie taal wat, soos enige taal, aangeleer moet word

deur dit baie te “praat”. Dit is belangrik dat onderwysers hierdie wiskundetaal gedurig en reg sal gebruik in die onderrig van wiskunde, sodat dit nie miskonsepsies by leerders veroorsaak nie (Roux, 2009:67). Leerders moet dus die geleentheid gegun word om gereeld aan klaskamergesprekke en besprekings (kyk 2.3) deel te neem om sodoende meer vertrouwd te raak met die wiskundetaal.

3.3.2 Pedagogiese inhoudskennis

’n Onderwyser wat oor pedagogiese inhoudskennis beskik, het kennis van hoe leerders leer (Even & Tirosh, 2008:202-205). Dit verwys hoofsaaklik na kennis ten opsigte van wat sekere spesifieke onderwerpe maklik of moeilik maak, asook die begrippe en wanbegrippe wat leerders van verskillende ouderdomme en agtergronde na die klas toe bring. Dit is belangrik dat die onderwyser weet watter foute leerders normaalweg ten opsigte van sekere wiskunde-onderwerpe maak. Indien die onderwyser kennis hiervan dra, kan die onderrig daarvolgens aangepas word sodat miskonsepsies by leerders voorkom kan word.

Pedagogiese inhoudskennis het ook te doen met onderwysers se kennis van hoe leerders ten opsigte van spesifieke wiskunde-onderwerpe dink (Da Ponte & Chapman, 2008:234). Dit is moontlik dat leerders se kontekstuele en wiskundevoorkennis wat op ’n meetkunde-probleem van toepassing is, kan verskil. Gevolglik behoort wiskunde-onderwysers kennis te hê oor die skep van leergeleenthede (kyk 2.2) asook die sinvolle gebruik daarvan. Pedagogiese kennis sluit ook strategieë vir die beplanning van onderrig, klaskamerroetines, dissiplinering van leerders en motiveringstegnieke in.

Wanneer daar na die leer van meetkunde gekyk word, is die werk van Piaget en die Van Hiele die bekendste (Jones, 2002:130). Piaget se werk sluit twee hooftemas in. Eerstens behels dit dat ruimtelike voorstellings gekonstrueer word deur progressiewe herorganisering van die kind se motoriese en geïnternaliseerde aksies. Tweedens volg die progressiewe organisering van meetkundige idees ’n spesifieke volgorde. Hierdie volgorde is meer logies as histories in die sin dat topologiese verhoudings (byvoorbeeld verwantskap, insluiting en kontinuïteit) aanvanklik gekonstrueer word en projektiewe (byvoorbeeld reglynigheid) en Euklidiese verbande (hoekigheid, eweredigheid en afstand) later gebeur.

In die 1950's het Pierre van Hiele en sy vrou, Dina van Hiele-Geldhof 'n reeks denkvlakke ontwikkel wat die vordering van toenemende begrip van meetkunde beskryf (Bleeker *et al.*, 2013:67). Elke Van Hiele-vlak word gekenmerk deur verskillende denkvlakke sowel deur verskillende vorme van interne kennis en prosessering. Hoewel die Van Hiele-vlakke tot drie vlakke gereduseer kan word, is daar oorspronklik tussen ses vlakke onderskei, naamlik pre-erkenning, visueel, beskrywend, abstrak, formeel deduktief en meta-wiskundig ("rigor").

Vlak 0 is die pre-erkenningvlak, waar leerders nie tussen verskillende figure/vorms kan onderskei nie. Hulle sal byvoorbeeld die verskil tussen vierkante en sirkels kan onderskei, maar nie tussen vierkante en driehoeke nie.

Vlak 1 is die visuele vlak waar leerders figure herken op grond van hulle voorkoms en nie deur hulle beduidende kenmerke te identifiseer nie. 'n Reghoek sal as 'n reghoek herken word "omdat dit soos 'n deur lyk."

Vlak 2 is die beskrywende of analisevlak en leerders sien figure as 'n versameling van kenmerke. Hulle het die vermoë om meetkundige figure en hul kenmerke te herken, maar kan nie die verband tussen die kenmerke sien nie.

Vlak 3, die abstrakte vlak, bring figure en hul kenmerke met mekaar in verband en leerders kan definisies voorsien en sekere meetkundige argumente produseer. Hulle kan figure hiërargies klassifiseer deur hul eienskappe te analiseer en informele argumente te maak om hulle klassifikasies te ondersteun, byvoorbeeld, leerders identifiseer 'n vierkant as 'n ruit, omdat "dit 'n ruit met sekere ekstra eienskappe is".

Vlak 4 is die formele vlak waar leerders eenvoudige, oorspronklike bewyse kan konstrueer, soos wat in hoërskoolmeetkundeklasse gevind word.

Vlak 5, die meta-wiskundige vlak ("rigor"), is die vlak waarop leerders daartoe in staat is om bewyse af te lei. Leerders verstaan op hierdie vlak die formele aspekte van afleiding, soos om wiskundige sisteme te vergelyk.

Van Hiele het hierdie vyf denkvlakke tot drie denkvlakke gereduseer, naamlik visueel (vlak 1), beskrywend (vlak 2) en teoreties (vlak 3) (Teppo,1991:210; Bleeker, 2013:68). Leerders moet deur verskillende leerperiodes beweeg om die verskillende vlakke te behaal. Gedurende elke leerperiode ondersoek leerders toepaslike figure en voorwerpe, ontwikkel spesifieke taal met betrekking tot hierdie voorwerpe en raak betrokke in interaktiewe leeraktiwiteite om te verseker dat hulle na die volgende hoër denkvlak kan beweeg. Die visuele, beskrywende en teoretiese denkvlakke en leerperiodes word in Figuur 3.1 voorgestel.

Die inligtingsfase is die fase waartydens die onderwyser insig kry oor die voorkennis (bestaande kennis) wat leerders van 'n onderwerp het en leerders 'n idee kry van wat verder daaroor geleer gaan word. Gesprekke en waarnemings is kenmerkend aan enige aktiwiteit in dié fase. Vrae volg uit waarnemings en vakspesifieke taal word bekend gestel.

Die begrensde of begeleide oriëntasiefase is die fase waartydens die leerders die ondersoekveld verken deur middel van 'n verskeidenheid kort take.

Die eksplisiete verduidelikingsfase waartydens interaksie tussen die onderwyser en leerders plaasvind aangaande dit wat ondersoek is. Korrekte taal is hier belangrik en die onderwyser help die leerders met die gebruik van toepaslike en akkurate taal. Leerders kry in hierdie fase dus die geleentheid om hul denke en waarnemings, oor die spesifieke onderwerp, uit te druk.

Die vrye oriënteringsfase is die fase waartydens leerders aangemoedig word om vrylik te verken om sodoende tot beter begrip van die onderwerp te kom. Leerders ondersoek die verbande tussen die studie-onderwerpe en die onderwyser fasiliteer die proses deur leerders veeldoelige stapsgewyse take te gee wat op verskillende maniere opgelos kan word.

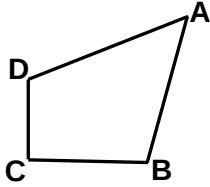
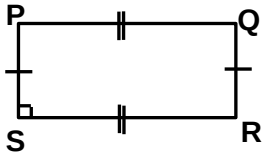
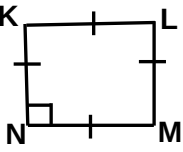
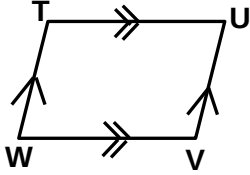
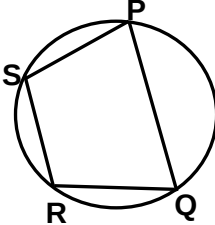
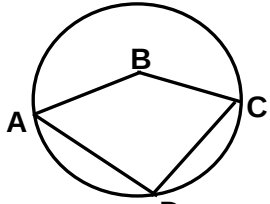
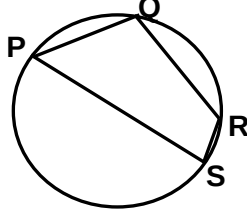
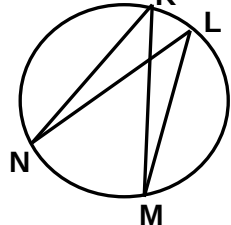
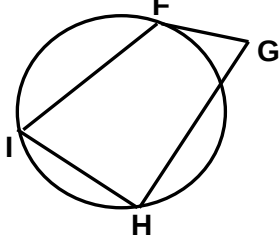
Die integrasiefase is die fase waartydens leerders 'n geheeloorsig van dit wat ondersoek is, vorm. In dié fase is dit belangrik om geen nuwe inligting oor te dra nie, maar leerders moet in staat wees om wat hul geleer het op te som en daarop te reflekteer. Die onderwyser se rol is hier om seker te maak dat 'n volledige opsomming geformuleer word en daarop verbeter word.

Die drie denkvlakke waardeur leerders moet beweeg (kyk Figuur 3.1), is die volgende:

Vlak 1: Die visuele vlak het met die globale herkenning van 'n meetkunde-voorwerp te doen. Leerders identifiseer en werk aanvanklik met verskillende meetkundige figure volgens hulle voorkoms. Dit beteken dat hulle meetkundige figure bloot op hulle voorkoms identifiseer, benoem, vergelyk en daarmee werk. As voorbeeld

hiervan kan graad 11 se koordevierhoeke gebruik word (kyk Tabel 3.1). Leerders moet weet wat 'n vierhoek is en dat daar spesiale vierhoeke bestaan wat op grond van hul eienskappe hul onderskei van ander vierhoeke. Voorbeeld: Wanneer 'n vierhoek se vier hoekpunte op die omtrek van 'n sirkel lê, word dit 'n koordevierhoek genoem. Leerders onderskei op hierdie vlak dus 'n koordevierhoek op grond van hierdie basiese beginsel.

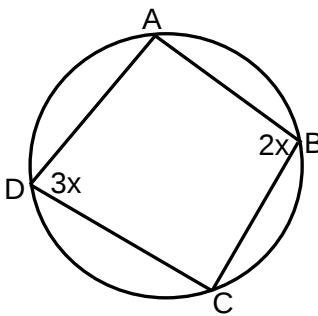
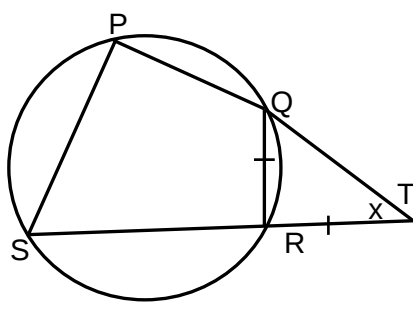
Tabel 3.1 Van Hiele se leerfasas (visuele vlak / vlak 1).

Fase	Aktiwiteit
Inligting	Leerders moet verskillende vierhoeke benoem op grond van hul eienskappe. a)  b)  c)  d)  e) 
Begrensde/begeleide oriëntasie	Leerders word deur groepwerk en klasgesprekke gelei om die verskille te sien en om die korrekte terminologie vir 'n vierhoek in 'n sirkel te ontwikkel.
Eksplisiete verduideliking	Leerders verduidelik hoe die verskillende vierhoeke (a tot e) van mekaar verskil.
Vrye oriëntasie	a)  b)  c)  d) 
Integrasie	Leerders som op wat hul geleer het en skryf die opsomming in hulle boeke.

Vlak 2: Beskrywende vlak, wat die herkenning van voorwerpe behels op grond van hul meetkundige eienskappe. 'n Figuur word nie langer beoordeel omdat dit so “lyk” nie, maar eerder omdat dit sekere eienskappe besit. Ek gaan voorts 'n voorbeeld van hierdie vlak gee deur op die vorige voorbeeld te bou (kyk Tabel 3.1). Nadat die leerders 'n koordevierhoek kan herken op grond van hoe dit “lyk” (al vier hoekpunte op die omtrek van 'n sirkel), kan die spesifieke eienskappe van koordevierhoeke ondersoek word (kyk Tabel 3.2). In 'n skool waar daar rekenaars met Geometer's Sketchpad (of enige ander meetkunde-sagtewareprogram) tot die leerders se beskikking is, kan hulle sêlf die eienskappe met behulp daarvan ondersoek. Ek gaan nou egter van die veronderstelling uit dat die leerders nie hieroor beskik nie, maar wel gradeboë tot hul beskikking het.

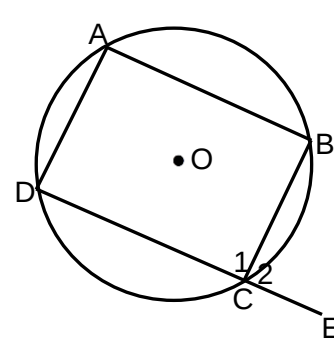
Tabel 3.2 Van Hiele se leerfasies (beskrywende vlak / vlak 2).

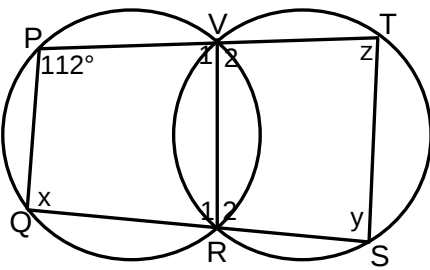
Fase	Aktiwiteit
Inligting	Die inligting (sketse) word aan die leerders gegee. Hulle moet met behulp van gradeboë al die hoeke meet.
Begeleide oriëntasie	Leerders gebruik gradeboë om alle moontlike hoeke te meet. Die onderwyser en groepslede (indien in groepe verdeel) kan leerders help om gradeboë te gebruik, indien hulp benodig word.
Eksplisiete verduideliking	Leerders moet nou na vore kom en verduidelik wat hulle waargeneem het. Die onderwyser lei die klaskamergesprekke deur die korrekte wiskundetaal te gebruik.

Vrye oriëntasie	Leerders moet 'n geheeloorsig van die eienskappe van koordevierhoeke nou hê en kan dit in hulle boeke opsom.
Integrasie	Leerders los vervolgens die volgende meetkunde probleem op: Bepaal die waarde van x in elk van die onderstaande sketse: a)  b) 

Vlak 3: Teoreties. Hier word gebruik gemaak van deduktiewe redenering om meetkundige verhoudings te beskryf. As voorbeeld van hierdie Van Hiele vlak, word ook op die vorige voorbeeld gebou (kyk Tabel 3.2). Leerders moet eers formeel bewys dat die oorstaaende hoeke van 'n koordevierhoek supplementêr is en dat die buitehoek van 'n koordevierhoek gelyk is aan die teenoorstaande binnehoek (kyk Tabel 3.3). Daarna kan probleme met toepassings hiervan gedoen word.

Tabel 3.3 Van Hiele se leerfasies (teoretiese vlak / vlak 3).

Fase	Aktiwiteit
Inligting	Die onderwyser lei 'n klasbespreking waar leerders alles wat hulle van koordevierhoeke weet, bespreek. Daarna word die volgende gegee: a) Gegee: Sirkel ABCD met middelpunt O en koordevierhoek ABCD Bewys dat: (i) $\hat{A} + \hat{C}_2 = 180^\circ$ (ii) $\hat{C}_2 = \hat{A}$ 

	b) $\hat{P}=112^\circ; \hat{V}_1=100^\circ$. PVT en QRS is dubbelkoorde en VR is 'n gemeenskaplike koord. Bereken die groottes van hoeke x, y en z. 
Begeleide oriëntasie	Leerders werk in hulle groepe en poog om met 'n formele bewys (a) vorendag te kom. Die onderwyser sal heel moontlik baie leiding hiermee moet gee.
Eksplisiete verduideliking	Nadat die formele bewys gelewer en bespreek is, gaan die leerders aan met (b). Die leerders bespreek alles wat hulle waarneem en watter stellings gebruik kan word om die probleem op te los in hulle groepe, waarna een van elke groep dit aan die klas weergee.
Vrye oriëntasie	Elke leerder poog om moontlike oplossings neer te skryf en besluit dan in die groep of dit moontlik is.
Integrasie	Die kennis wat verkry is deur die ondersoek, word geïntegreer om dié en ander probleme op te los.

Dit is duidelik dat daar van vlak 1 na vlak 2 beweeg is vanuit die voorbeelde in Tabel 3.1 en Tabel 3.2. Daar is verder ook 'n beweging van vlak 2 na vlak 3 vanuit die voorbeeld in Tabel 3.3.

Elke vlak het sy eie linguistiese simbole en netwerke wat hulle verbind. Voorwerpe word verskillend waargeneem op verskillende vlakke (kyk Tabel 3.1, Tabel 3.2 en Tabel 3.3).

Hoewel dié vlakke, volgens die Van Hiele, as diskreet gesien is, het ander navorsers soos Gutiérrez, Jamie en Fortuny (1991), Atebe en Schäfer (2008b), Gerace (1992) en Usiskin (1982), bevind dat hierdie vlakke dinamies en deurlopend is (Bleeker *et al.*, 2013:68). Die vordering van een vlak na 'n volgende hang nie af van die biologiese ontwikkeling van die kind nie, maar van die onderrig-leerproses (Jones, 2002:130).

Bewysvoering is van fundamentele belang vir wiskunde, dit wil sê ons weet nie of 'n wiskundige idee waar is voordat ons dit as waar of vals bewys het nie. 'n Bewys van

'n wiskundige stelling is die reeks logiese, opeenvolgende stappe wat lei tot die verlangde gevolgtrekking. Wiskunde is dus 'n menslike aktiwiteit, omdat bewyse geskryf, gelees, verstaan en bevestig word deur mense.

Wanneer daar oor bewysvaardighede gepraat word, het Clements en Battista (2003:439), tussen drie vlakke van ontwikkeling van bewysvaardighede onderskei, naamlik vlak 1 (jonger as 8 jaar), waar daar geen integrasie van idees plaasvind nie; vlak 2 (vanaf 8 jaar tot ongeveer 12 jaar), waar leerders begin om voorspellings te maak op grond van die resultate wat hulle in vorige probleme gesien het; leerders kan, byvoorbeeld, deur met driehoeke te eksperimenteer, ontdek dat die hoeke van elke driehoek 'n reguit lyn vorm; vlak 3 (12 jaar en ouer) dui op die vlak waar leerders in staat is om deduktiewe beredenering toe te pas op enige veronderstelling. Deduktiewe beredenering in meetkunde vind eers by Van Hiele se vlak 3 plaas, wanneer die netwerk van logiese verhoudinge tussen eienskappe van konsepte eers gevestig is. Omdat leerders by vlak 1 en 2 nie die betroubaarheid van hulle waarnemings betwyfel nie, is die formele bewys sinloos vir hulle.

Dit is derhalwe belangrik dat 'n wiskunde-onderwyser kennis van hierdie vlakke van meetkundige denke sal hê, asook hóé om te identifiseer op watter vlak 'n leerder is en watter onderrigleerproses gevolg kan word om 'n leerder te begelei na 'n hoër vlak.

Wanneer wiskunde-onderwysers kennis dra van leerders se ontwikkeling ten opsigte van meetkundige denke, behoort dit hul onderrigpraktyk en hul leerders se prestasies te beïnvloed.

3.3.3 Kurrikulumkennis

Onderwysers is 'n belangrike skakel vir die implementering van die kurrikulum aangesien dit die onderwyser is wat die kurrikulum aan die leerders moet verduidelik (Van der Sandt & Nieuwoudt, 2003:199).

Kurrikulumkennis sluit ook kennis in van die beskikbare onderrigleermateriaal, soos byvoorbeeld rekenaarsagteware om meetkunde-onderwerpe te onderrig. Dit sluit dan by die kennis ten opsigte van tegnologie aan. Tegnologie (kyk 2.2.4) kan

waardevol wees om wiskunde-onderrig te wysig en meer verstaanbaar te maak (Van Voorst, 2000:1).

Die Departement van Basiese Onderwys en Verdere Opleiding stipuleer dat wiskunde 'n taal is wat ondersteun word deur simbole en notasies wat numeriese, meetkundige asook grafiese verwantskappe beskryf (DBE, 2011d:8). Dit staan egter ook bekend as 'n menslike aktiwiteit wat waarneming, ondersoek en voorstelling van patrone en kwantitatiewe verwantskappe in 'n fisiese en sosiale konteks insluit. Dit help met die ontwikkeling van die verstaan van prosesse wat kritiese en logiese denke bevorder en dit dra tot probleemoplossing by wat besluitneming in die geheel ondersteun. Dit is belangrik dat wiskunde-onderwysers hiervan bewus moet wees in die onderrig van wiskunde.

Volgens die KABV verbeter die studie van ruimte en vorm (meetkunde) die begrip en waardering van die patroon, noukeurigheid, prestasie en skoonheid in natuurlike en kulturele vorms. Dit fokus op die eienskappe, verwantskappe, oriëntasies, posisies en transformasies van twee-dimensionele vorms en drie-dimensionele voorwerpe (DBE, 2012:9)

In die KABV kurrikulum word daar niks van bewysvoering of veralgemening vir grade 1 tot 7 genoem nie (DBE, 2011a; 2011b & 2011c). Graad 8- en 9- Euklidiese meetkunde vereis dat leerders kan bewys dat twee driehoeke kongruent, gelykvormig of reghoekig is of dat lyne ewewydig is. Die fokus op bewysvoering is net van toepassing op Euklidiese meetkunde. In graad 10 – 12 word daar van leerders verwag om meetkundestellings formeel te bewys.

Graad 10-meetkunde fokus op die eienskappe van spesiale vierhoeke (vierkante, reghoeke, parallelogramme, ruite en vlieërs) en ook op die ondersoek na die lynsegmente wat die middelpunte van twee sye van 'n driehoek verbind. (DBE, 2011:14). Daar word van graad 10 - leerders verwag om die verskillende vierhoeke te identifiseer, aannames te maak oor die eienskappe van die sye, hoeke, hoeklyne en areas en om hierdie aannames te bewys. Hulle moet ook in staat wees om probleme op te los deur van hierdie eienskappe gebruik te maak. Daarvoor benodig leerders 'n deeglike voorkennis van graad 8- en 9- meetkunde, naamlik hoeke op 'n

reguit lyn is supplementêr; regoorstaande hoeke is gelyk, verwisselende en ooreenkomstige hoeke gevorm deur twee of meer ewewydige lyne, is gelyk en kombinehoeke gevorm tussen twee ewewydige lyne is supplementêr, die buitehoek van driehoeke is gelyk aan die som van die twee teenoorstaande binnehoeke; die binnehoeke van 'n driehoek is supplementêr en die vereistes vir kongruente driehoeke (sy, sy, sy; sy, hoek, sy; sy, hoek, hoek en regtehoek, skuinssy, sy).

Graad 11- meetkunde het te make met die ondersoek en bewys van stellings ten opsigte van sirkelmeetkunde, insluitend raaklyne aan sirkels (DBE, 2011:14). Leerders moet in staat wees om stellings te kan bewys en probleme met behulp van hierdie stellings op te los. 'n Goeie basiese kennis van meetkunde, onder andere kongruensie van driehoeke, is daarom belangrik.

Graad 12 se Euklidiese meetkunde sluit die stellings in wat met die gelykvormigheid van driehoeke te make het (DBE, 2011:14). Dit sluit die volgende in: die lyn wat ewewydig aan een sy van 'n driehoek getrek word, verdeel die ander twee sye in dieselfde verhouding, driehoeke is gelykvormig aan mekaar as hul ooreenkomstige hoeke gelyk is of as hul ooreenkomstige sye in verhouding is en Pythagoras se stelling kan met behulp van gelykvormige driehoeke bewys word. Graad 12-leerders bou op die kennis oor gelykvormigheid van driehoeke, soos wat in graad 9 geleer is, voort.

In die VOO-fase behoort die leerders blootgestel te word aan wiskunde-ervarings wat aan hulle voldoende geleentheid bied om hulle wiskundige beredenering en kreatiewe vaardighede te ontwikkel in die voorbereiding vir die meer abstrakte wiskunde in hoër/tersiêre instellings.

3.3.4 Kennis van die skep en bestuur van leeromgewings

Hoe meer die onderwyser weet van hoe leerders wiskunde met begrip leer, hoe meer effektief sal hulle word om 'n leeromgewing te skep wat voordelig is vir die leerders (Schoenfeld & Kilpatrick, 2008:15). 'n Produktiewe leeromgewing sluit baie meer in as net die "klaskamerbestuur" (kyk 2.2). Dit het te doen met die skep van intellektuele gemeenskappe waar leerders by betekenisvolle aktiwiteite betrokke kan

wees en aan hulle die geleentheid gee om hulle wiskundige idees uit te brei en te ontwikkel.

3.3.5 Kennis van die ontwikkeling van klaskamernorme

Kulturele en sosiale prosesse is 'n integrale deel van wiskundige aktiwiteite (Even & Tirosh, 2008:208,214). Onderwysers moet hiervan kennis dra (kyk 2.2). Dit is belangrik dat onderwysers bewus sal wees van die feit dat die klaskamerkultuur van kardinale belang is vir die leer van wiskunde, omdat effektiewe leer altyd in 'n spesifieke sosio-kulturele omgewing plaasvind. Die onderwyser se begrip van interverhoudinge tussen klaskamernorme en wiskundige leer is essensieel vir die daarstelling van 'n geskikte leeromgewing. Die klaskamer moet dus as 'n leergemeenskap optree en wanneer dit gebeur, moet die leerders die sosiale norme aanneem deur byvoorbeeld hul oplossings te verduidelik en te regverdig. Leerders moet geleer word om na die argumente van ander leerders te luister en te reflekteer.

3.3.6 Kennis van reflektering

Om te reflekteer, is een van die belangrikste sleutels tot professionele groei as onderwyser (Schoenfeld & Kilpatrick, 2008:27-28). 'n Onderwyser moet gedurig oor sy onderrig reflekteer. Die onderwyser moet reflekteer hoe die dag se klasse afgeloop het en wat gedoen kan word om dit 'n volgende keer te verbeter. Verder kan 'n onderwyser reflekteer oor wat en waarom 'n mens sekere goed doen. Dit is 'n lewenslange proses. Dewey (1933) het reflektiewe denke soos volg gedefinieer: "...active, persistent, and careful consideration of any belief or supposed form of knowledge in the light of the grounds that support it and the further conclusion to which it tends". Dit is dus nodig om intelligente keuses te maak in verband met toekomstige onderrigaksies.

3.3.7 Kennis van die gebruik van tegnologie

'n Onderwyser behoort voldoende kennis te hê om met lewenswerklike voorbeelde vorendag te kom wat ryke toepassings bevat sodat leerders die nut van wiskunde kan beseef. Tegnologie kan 'n baie nuttige manier wees om ons denke oor wiskunde te verander en kan ook waardevol wees om wiskunde-onderrig te wysig en meer verstaanbaar te maak (Van Voorst, 2000:1).

Om leerders aan 'n verskeidenheid van voorstellings bloot te stel, is belangrik, want behalwe vir die pedagogiese voordele daaraan verbonde om 'n onderwerp vanuit verskillende perspektiewe te sien, kan funksionele modelle vanaf situasies ontwikkel in ander dissiplines (Lueng *et al.*, 2004:229). Die gebruik van inligtings-en kommunikasietegnologie (IKT's) kan hoërorde -denkvaardighede soos begripsvorming, redenering, probleemoplossing en kreatiewe denke bevorder. Wanneer daar oor tegnologiese instrumente gepraat word, sluit dit byvoorbeeld hardeware en sagteware in. Hardeware sluit, onder andere, rekenaars, sakrekenars, digitale kameras, die internet, interaktiewe witborde en dataprojektors in, terwyl sagteware weer spreivelle (Excel), rekenaaralgebraïese sisteme, dinamiese meetkundige sagteware, datahanteringsagteware, ensovoorts insluit. Die rekenaar, tesame met die spesiaalontwikkelde sagtewarepakette, is kragtige instrumente deur middel waarvan wiskundige konsepte ontwikkel kan word. Geogebra, Geometer's Sketchpad, Autograph en Excel, is maar enkele voorbeelde van sulke sagteware programme.

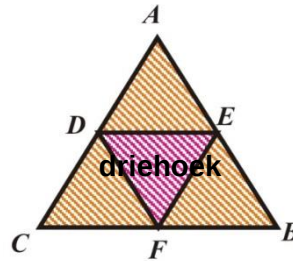
Die gebruik van tegnologie help dus met die effektiewe leer van wiskunde in die mate waartoe dit help om 'n leeromgewing te skep wat in lyn is met die beginsels van leer (Stols & Kriek, 2011:2). Meetkunde word met 'n hoë mate van sukses onderrig met behulp van dinamiese meetkundige sagteware, soos Geometer's Sketchpad (GSP) en Geogebra. Leerders kan die moeilikverstaanbare konsepte visualiseer en dit help om 'n probleemoplossende omgewing te skep.

Wanneer leerders moet ondersoek instel na die areas van veelhoeke en binneveelhoeke, kan Geometer's Sketchpad (GSP) met groot welslae gebruik word (kyk Figuur 3.2):

Area $\triangle ACB = 12.92 \text{ cm}^2$

Area $\triangle DEF = 3.23 \text{ cm}^2$

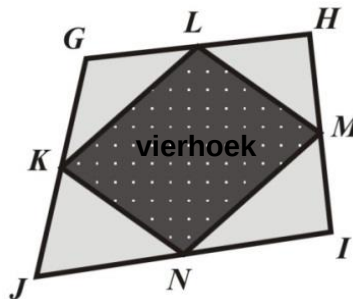
$$\frac{\text{Area } \triangle ACB}{\text{Area } \triangle DEF} = 4.00$$



Area JGHI = 22.97 cm^2

Area KLMN = 11.48 cm^2

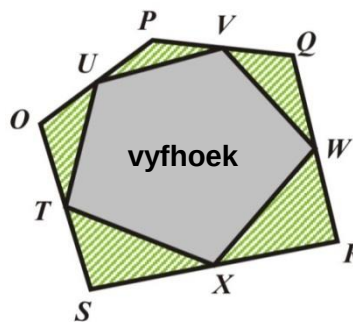
$$\frac{\text{Area JGHI}}{\text{Area KLMN}} = 2.00$$



Area OPQRS = 27.91 cm^2

Area UVWXT = 17.91 cm^2

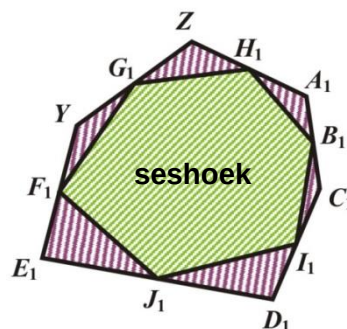
$$\frac{\text{Area OPQRS}}{\text{Area UVWXT}} = 1.56$$



Area $YZA_1C_1D_1E_1 = 29.40 \text{ cm}^2$

Area $F_1G_1H_1B_1I_1J_1 = 21.76 \text{ cm}^2$

$$\frac{\text{Area } YZA_1C_1D_1E_1}{\text{Area } F_1G_1H_1B_1I_1J_1} = 1.35$$

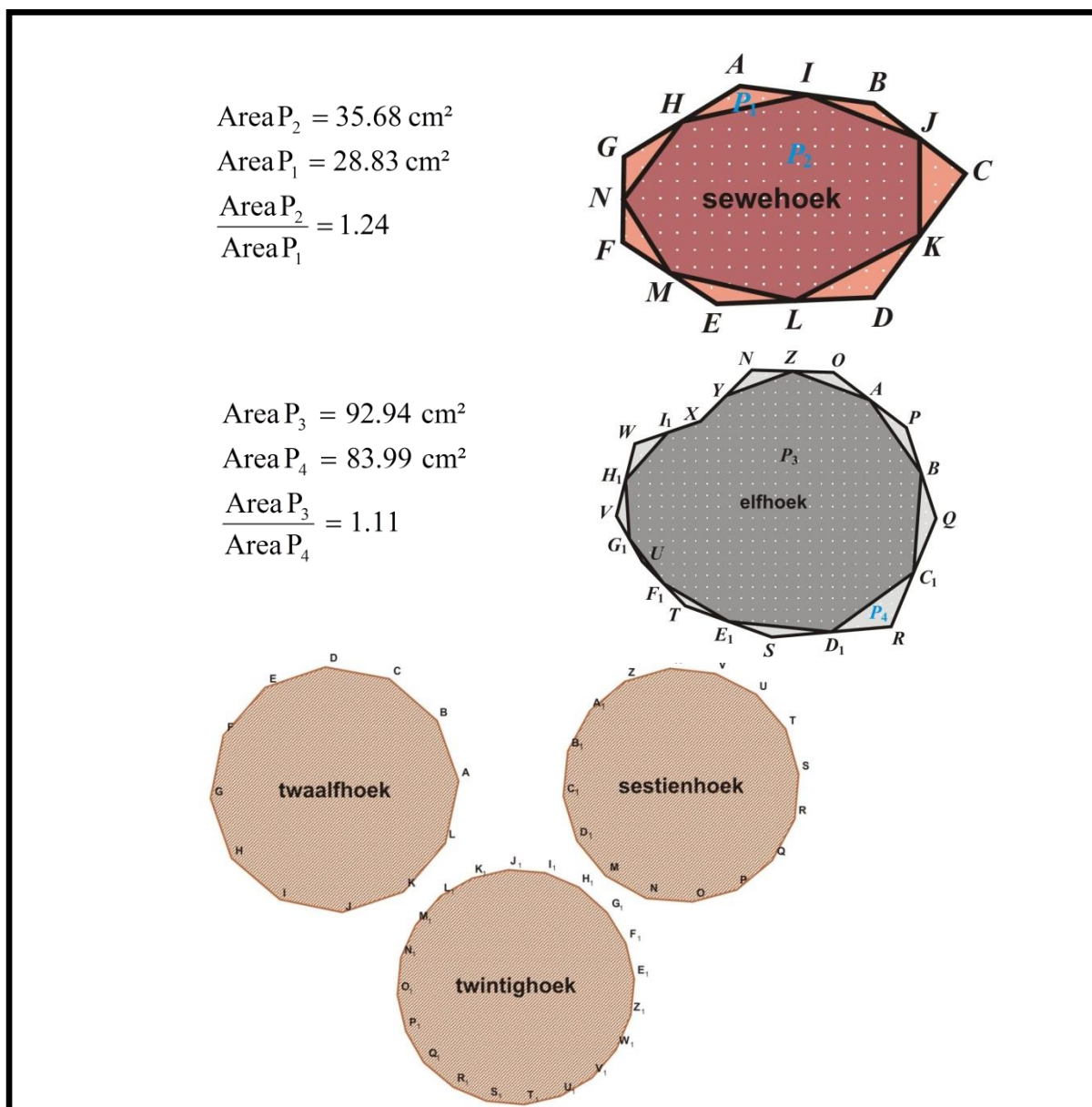


Figuur 3.2 Die ondersoek na die areas van veelhoeke en binneveelhoeke deur van Geometer's Sketchpad gebruik te maak.

Leerders kan dus hier waarneem dat die oppervlakte van die oorspronklike driehoek vier keer groter is as die oppervlakte van die binnedriehoek

($\frac{\text{Oppervlakte van buite-driehoek}}{\text{Oppervlakte van binne-driehoek}} = 4$). Hierdie verhouding verander nie as die grootte van die oorspronklike driehoek verander word met behulp van GSP nie. So word dieselfde waargeneem by die vierhoeke: $\frac{\text{Oppervlakte van buite-vierhoek}}{\text{Oppervlakte van binne-vierhoek}} = 2$.

Verder kan leerders waarneem dat daar nie 'n konstante oppervlakverhouding vir die vyfhoek en seshoek is nie. Dit blyk egter of die verhouding telkens kleiner word, soos wat die hoeke meer word in die veelhoeke. Hoe meer hoeke, hoe nader sal die figuur aan 'n sirkel word en derhalwe neig die verhouding van die binneveelterm tot die buiteveelterm na 1:1 (kyk Figuur 3.3):



Figuur 3.3: Tegnologie soos GSP en Geogebra is dinamiese, kragtige onderrig- en leergereedskap van wiskundeonderwys.

3.4 Die verband tussen kennis, oortuigings en klaskamerpraktyk

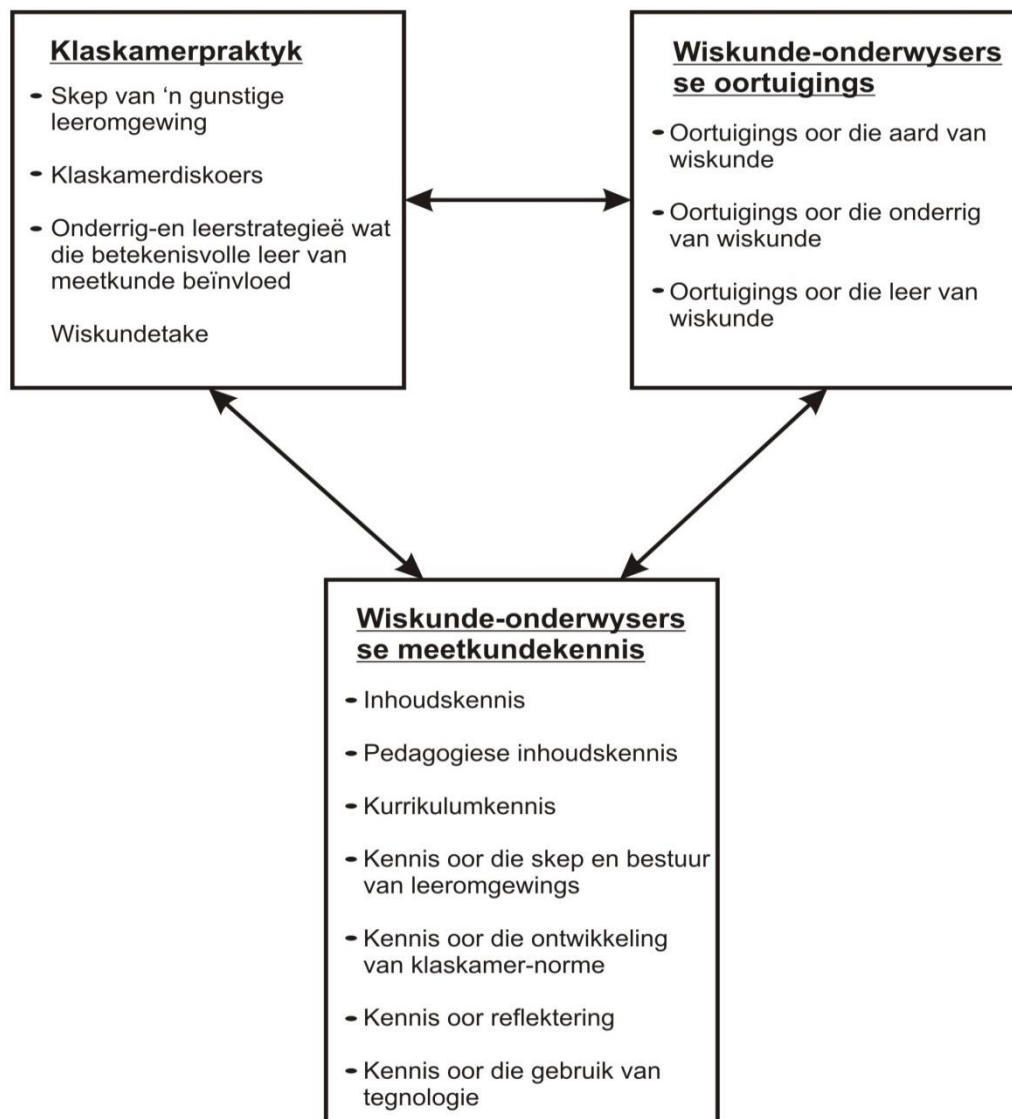
Kennis en oortuigings is baie nouverwant en daar is 'n voortdurende interaksie tussen die twee; beide beïnvloed 'n onderwyser se klaskamerpraktyk.

Artzt *et al.* (2008:20) glo dat oortuigings as 'n belangrike filter vir die onderwyser se doelwitte en kennis dien en dat dit die klaskamerpraktyk baie sterk beïnvloed. Onderwysers se optrede in die klaskamer word sterk gelei deur hul oortuigings van wiskunde en die onderrig daarvan.

Onderwysers se oortuigings ten opsigte van wiskunde en die onderrig van wiskunde, speel dus 'n baie belangrike rol in hul klaskamerpraktyk (Even & Tirosh, 2008:202). 'n Onderwyser se vermoë om betekenisvolle klaskameraktiwiteite te skep, kan dus teruggevoer word na die oortuigings wat 'n onderwyser mag hê (Zakaria, 2012:191).

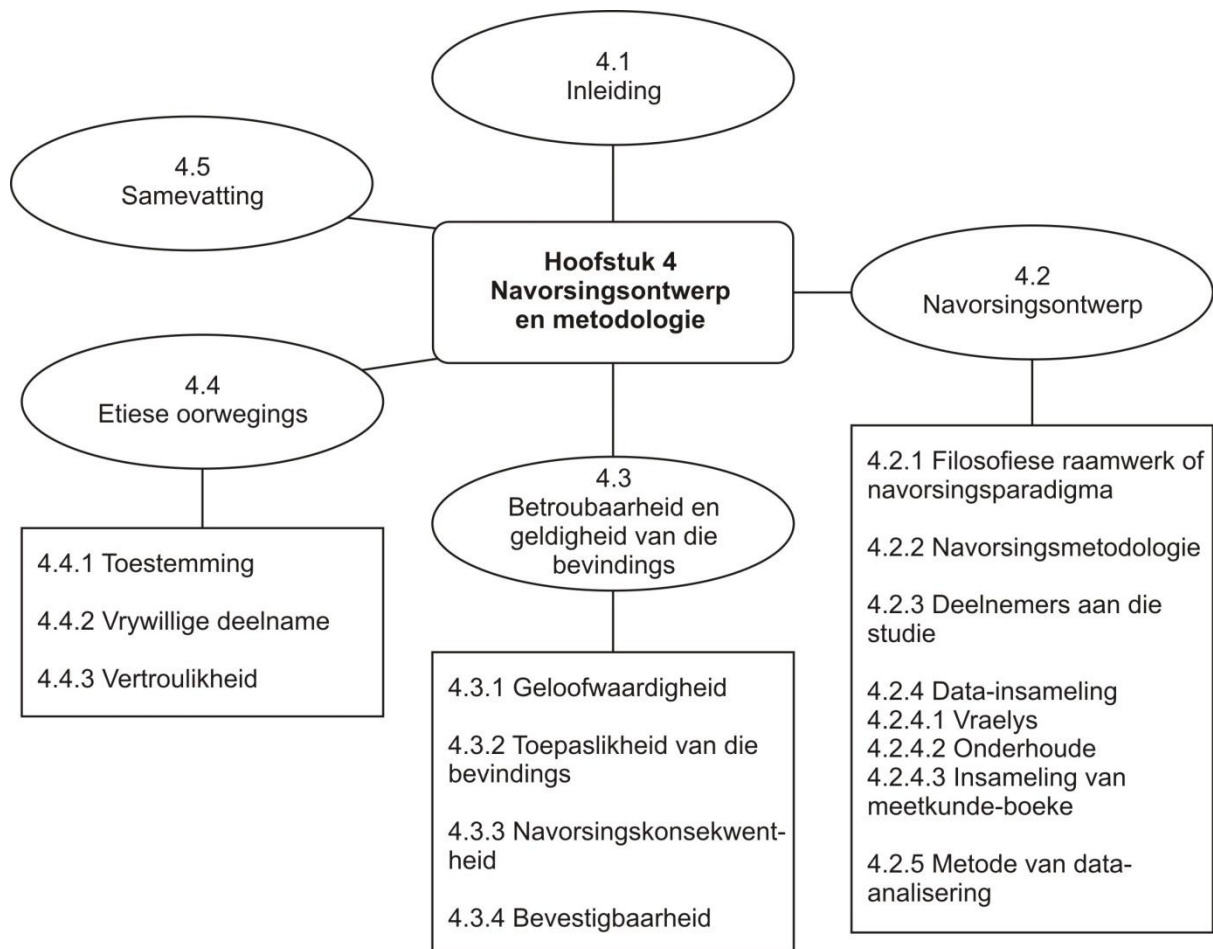
Daar is 'n sterk verband tussen 'n wiskunde-onderwyser se oortuigings, kennis en hul beplanning, opvoedkundige besluite en klaskamerpraktyk (Artzt *et al.*, 2008:17). Onderwysers se kennis en oortuigings kan dus as die dryfveer agter hulle klaskamerpraktyk gesien word.

Die verband tussen klaskamerpraktyk, kennis en oortuigings van wiskunde-onderwysers (aangepas uit Ernest, 1989; Van der Sandt & Nieuwoudt, 2003; Franke *et al.*, 2007; Artzt *et al.*, 2008) word soos volg opgesom (kyk Figuur 3.4):



Figuur 3.4 Die verband tussen klaskamerpraktyk, kennis en oortuigings van wiskunde-onderwysers (aangepas uit Ernest, 1989; Van der Sandt & Nieuwoudt, 2003; Franke *et al.*, 2007; Artzt *et al.*, 2008).

Dit is dus duidelik vanuit die literatuur dat 'n wiskunde-onderwyser se oortuigings, kennis en klaskamerpraktyk interafhanklik van mekaar is.



HOOFSTUK 4: NAVORSINGSONTWERP EN METODOLOGIE

4.1 Inleiding

In hoofstuk 3 is die verband tussen 'n onderwyser se kennis, oortuigings en klaskamerpraktyk aan die hand van die literatuur bespreek. In hierdie hoofstuk word die navorsingsontwerp van die empiriese ondersoek bespreek. Die empiriese ondersoek het teen die agtergrond van die literatuurstudie (kyk hoofstukke 2 en 3) plaasgevind ten einde die verband tussen wiskunde-onderwysers se oortuigings en kennis en hul klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig en leer van Euklidiese meetkunde in graad 10 – 12 (VOO- fase) te verstaan.

Die metodologie van die empiriese ondersoek word in hierdie hoofstuk beskryf. Ek het vanuit 'n konstruktivistiese-interpretivistiese paradigma (kyk 1.3.1.1) gewerk en 'n kwalitatiewe navorsingsbenadering is gevolg. Die wyse van data-insameling, die metode van analise en interpretasie van die data word in hierdie hoofstuk bespreek. Die betroubaarheid van die data-analisering en etiese aspekte, wat van toepassing is op dié studie, word laastens bespreek.

4.2 Navorsingsontwerp

4.2.1 Filosofiese raamwerk of navorsingsparadigma

Hierdie studie se navorsingsparadigma en ontologiese, epistemologiese en metodologiese aannames word vervolgens bespreek.

My navorsingsparadigma is dié van interpretivisme en is sosiaal-konstruktivisties van aard (kyk 1.3.1.1) Daar is in hierdie studie gepoog om te verstaan hoe onderwysers se oortuigings en kennis van wiskunde, al dan nie, hul klaskamerpraktyk, met spesifieke verwysing na die onderrig van Euklidiese meetkunde, beïnvloed.

Wanneer daar vanuit die konstruktivisties-interpretivistiese paradigma, na die ontologiese aannames van dié studie verwys word, verwys dit na die subjektiewe realiteit gekonstrueer deur menslike interaksie (Cohen *et al.*, 2001). Die aard van my studie is subjektief, aangesien ek persoonlik betrokke was in die navorsingsproses om sin te maak van die situasie wat nagevors is. Die

epistemologiese aanname wat ek ten opsigte van my studie hou, is interpretivisties van aard, omdat die data verstaan is deur die proses van interpretasie, beïnvloed deur die sosiale konteks. My epistemologiese en ontologiese aannames het gevolglik my metodologiese aannames ten opsigte van die studie beïnvloed. Daar is in dié studie van 'n kwalitatiewe, verkennende gevallestudie (kyk 1.3.1.2) gebruik gemaak.

4.2.2 Navorsingsmetodologie

Die navorsingsbenadering wat in hierdie studie gebruik is, is kwalitatief (kyk 1.3.1.2). Ek het gepoog om in dié studie wiskunde-onderwysers se klaskamerpraktyke, hul kennis en oortuigings te beskryf en ook verder die verband tussen hulle klaskamerpraktyke, kennis en oortuigings te probeer verstaan in hul *natuurlike* konteks (Denzin & Lincoln, 2005:48).

Ek het dus belanggestel om sin te maak van die betrokke onderwysers (deelnemers) se klaskamerpraktyke, kennis en oortuigings in hul eie wêreld en ervarings (Merriam, 2009:13). Dit gaan in kwalitatiewe navorsing dus eerder om te beskryf en te verstaan, as om te verduidelik en te voorspel.

Die aard van dié studie is 'n verkennende gevallestudie (Cohen *et al.*, 2001; Nieuwenhuis, 2007) (kyk 1.3.1.2). Vir hierdie gevallestudie is 'n groep wiskunde-onderwysers betrek. Ek het deur die navorsing meer te wete gekom ten opsigte van hulle klaskamerpraktyke en die aard van hul kennis en oortuigings. Verder is die verband tussen hulle klaskamerpraktyk, kennis en oortuigings verken.

4.2.3 Deelnemers aan die studie

Die studiepopulasie het uit al die graad 10-12- wiskunde-onderwysers van Suid-Afrika bestaan. Dit sluit al die wiskunde-onderwysers in staatskole, privaatskole, stedelike én landelike skole in. Aangesien dit nie moontlik is om 'n geskikte, verteenwoordigende steekproef uit só 'n groot populasie te kies nie, het ek van 'n doelgerigte, gerieflikheidsteekproef (kyk 1.3.1.3) gebruik gemaak (Houser, 2009; Merriam, 2002). Hierdie studie is verder 'n gevallestudie wat intensiewe data-insameling van 'n klein groepie deelnemers vereis. Die deelnemers aan hierdie studie was 20 VOO wiskunde-onderwysers van vyf stedelike skole, drie staatskole

en twee privaatskole in die Oos-Kaap. Die demografiese samestelling van die skole verskil. Skool A is 'n gemengde staatskool met Afrikaans as onderrigmedium en met leerders wat hoofsaaklik uit die Afrikanerkultuur kom. Skool B is ook 'n gemengde staatskool, maar die onderrigmedium is Engels en die leerders kom uit verskillende kultuuragtergronde. Skool C is 'n gemengde, dubbelmedium staatskool met leerders uit verskillende kultuuragtergronde. Skole D en E is albei Engelsmedium privaatskole met multikulturele leerders.

Die rede waarom ek spesifiek dié skole in my studie ingesluit het, was soos volg: Skool A, B en C is skole wat maklik bereikbaar is en bereid was om deel te neem aan my studie. Ek het self by 'n privaatskool skoolgehou en was in dieselfde studiegroep as skool D en E. Dit was dus vir my maklik om inligting vir hierdie studie in te samel. Ek wou graag al vyf skole by my studie betrek, omdat daar by hierdie skole van verskillende onderrigmediums gebruik gemaak word met leerders uit verskillende kulture. Ek het spesifiek op wiskunde-onderwysers van graad 10 – 12 gefokus, omdat Euklidiese meetkunde eers weer vanaf 2014 in matriek in die KABV-kurrikulum geëksamineer is en nie net in vraestel 3, waar leerders die keuse gehad het om dit te skryf al dan nie. Ek weet uit ondervinding dat leerders sukkel met Euklidiese meetkunde en dat sekere onderwysers self ook 'n probleem daarmee het. Mans- en damesonderwysers is ingesluit in my studie, hoewel die meerderheid dames was. Die deelnemers het verder uit onderwysers bestaan met verskillende jare ondervinding, naamlik diegene wat min onderwysondervinding (0 - 4 jaar) het, onderwysers wat 'n beperkte aantal jare (5 – 10 jaar) onderwysondervinding het, onderwysers wat 10 – 14 jaar onderwysondervinding het en ook uit onderwysers met baie jare (meer as 14 jaar) onderwysondervinding. Die studie het ten doel gehad om die invloed van hierdie onderwysers (met verskillende jare onderwyserervaring) se oortuigings en wiskundekennis op hul klaskamerpraktyke in die onderrig van graad 10 – 12 in Euklidiese meetkunde in verband te bring.

Ek het aanvanklik nóg twee skole genader om aan my studie deel te neem. Hierdie skole is tradisionele "swartskole" (voorheen benadeelde skole) uit landelike gebiede in die Oos-Kaap. Nadat hulle ingestem het om aan my studie deel te neem, het hulle ongelukkig onttrek. Dit was teleurstellend, want hulle bydrae tot hierdie studie sou

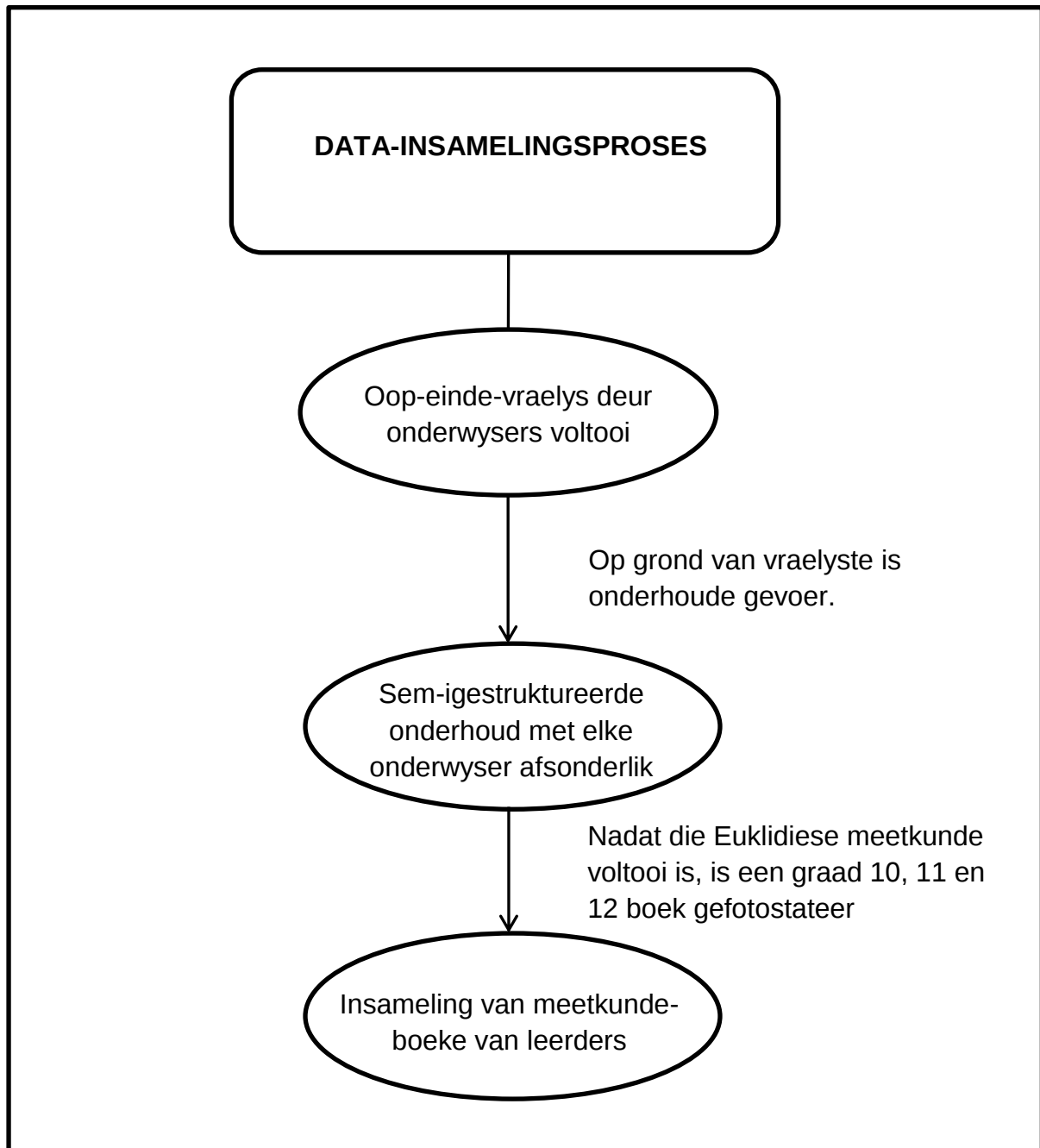
betekenisvol en hoog op prys gestel gewees het. Hierdie spesifieke twee skole sukkel baie met die onderrig van Euklidiese meetkunde.

Ten spyte van die skole wat nie aan my studie deelgeneem het nie, is tóg waardevolle inligting versamel aangaande graad 10-12-wiskunde-onderwysers se klaskamerpraktyke, hulle kennis en oortuigings.

4.2.4 Data-insameling

In hierdie gevallestudie is vereis dat ek in diepte 'n groep individue se klaskamerpraktyke, kennis en oortuigings verken. Ek het die data met behulp van 'n verskeidenheid wyses ingesamel (kyk Figuur 4.1).

Daar is eerstens oop-einde-vraelyste deur die deelnemers voltooi. Ek het daarna onderhoude met die deelnemers gevoer en leerders se meetkunde- boeke is ingesamel en gefotostateer. Figuur 4.1 gee 'n voorstelling van die data-insamelingsproses wat ek in hierdie studie gevolg het.



Figuur 4.1: Voorstelling van die data-insamelingsproses.

4.2.4.1 Oop-einde-vraelys

Ek het my data-insamelingsproses begin deur die deelnemers vraelyste (kyk Bylaag E) te laat voltooi. Ek het oor verskeie redes besluit om met hierdie manier van data-insameling te begin: Deur baie oop-einde-vrae te vra, kon onderwysers rustig besin oor hul antwoorde. Ek is self ook 'n wiskunde-onderwyser en ek hou daarvan om eers 'n bietjie te dink voor ek 'n antwoord (veral woorde) op papier neerlê. Dit help

ook om jou antwoorde neer te skryf om sodoende te sien dat dit wat jy geskryf het, is wat jy regtig bedoel. Verder kan die antwoorde op die vraelys maklik ontleed word, dit is verder 'n goedkoop wyse van data-insameling en ek kon dit in 'n relatief kort tyd insamel.

Ek het die vraelyste (kyk Bylaag E) gedurende die tweede kwartaal aan al 20 deelnemers gegee om te voltooi. Ek het na al vyf die deelnemende skole gegaan op 'n tyd wat vir hul geleë was. Die metode van data-insameling was 'n groep-administrasie (kyk 1.3.1.4) van die vraelyste by elk van die deelnemende skole.

Die vraelys het uit 24 vrae, wat geslote én oop-einde-vrae bevat, bestaan. Vraag 5 tot vraag 18 is aangepas uit 'n vraelys wat gebruik is in 'n vorige studie deur Adnan en Zakaria (2010:159). Die doel en tipe van elke vraag word in Tabel 4.1 weergegee.

Tabel 4.1 : Die tipe en doel van elke vraag in die vraelys

VRAAG	TIPE VRAAG	DOEL VAN VRAAG
1 tot 4	Geslote	Om meer te wete te kom van elke deelnemer se agtergrond, naamlik jare onderwyservaring en kwalifikasies.
5 tot 20	Eerste deel van vraag geslote en tweede deel van vraag oop-einde.	Om insig te kry rakende elke deelnemer se oortuigings ten opsigte van wiskunde sêlf en verder oor die onderrig en leer van wiskunde.
19 tot 24	Oop-einde	Om meer te wete te kom in verband met elke deelnemer se kennis en klaskamerpraktyk.

Hoewel dit redelik maklik was om die invul van die vraelyste te administreer, was daar tóg 'n paar struikelblokke daaraan verbonde. Die vraelys is baie lank en die deelnemers het teen die einde van die invul daarvan soms baie kort antwoorde gegee. Verder het al die deelnemers nie die vrae op dieselfde wyse verstaan nie. Dié probleme is egter oorkom met die opvolgonderhoude. Dit was ook moeilik om al die deelnemers op dieselfde tyd bymekaar te kry; noukeurige beplanning was nodig.

Ten spyte van die probleme wat ondervind is met die vraelyste, is waardevolle en betekenisvolle inligting ingewin om die deelnemers se klaskamerpraktyke, oortuigings en kennis ten opsigte van die leer en onderrig van Euklidiese meetkunde te ondersoek.

4.2.4.2 Onderhoude

Die doel van kwalitatiewe onderhoude is om die wêreld vanuit die oë van die deelnemers te sien en sodoende meer te wete te kom van die deelnemers se optredes, oortuigings en sieninge (Nieuwenhuis, 2007:87).

Semi-gestruktureerde individuele onderhoude is met deelnemers vanaf die einde van die tweede kwartaal tot in die vierde kwartaal gevoer. Dit was tydrowend om met elk van die 20 deelnemers onderhoude te voer, maar waardevolle inligting vir die doeleindes van die studie is ingewin. Die antwoorde op die vrae is neergeskryf soos elke deelnemer dit beantwoord het.

Die onderhoude het ten doel gehad om enige onduidelikhede, wat vanuit die vraelyste voorgekom het, uit die weg te ruim en om meer te wete te kom van die deelnemers se klaskamerpraktyk, oortuigings en kennis. Die antwoorde op die vraelys se vrae is met elke deelnemer sorgvuldig bespreek. Alle addisionele vrae en antwoorde wat uit die onderhoude voorgekom het, is ook getranskribeer. Oop-einde-vrae is deurentyd gevra om te verhoed dat deelnemers net 'n ja- of nee-antwoord gee.

Hoewel die response op die vrae in die vraelyste waardevolle inligting bevat het, was die onderhoude baie belangrik om sekerheid oor sekere response te verkry. Die onderhoude het in die doel geslaag om meer te wete te kom van die deelnemers se

oortuigings ten opsigte van die aard, onderrig en leer van wiskunde (in die besonder Euklidiese meetkunde), hul wiskundekennis (in die besonder Euklidiese meetkunde) en laastens hul klaskamerpraktyke.

4.2.4.3 Die insameling van meetkunde boeke

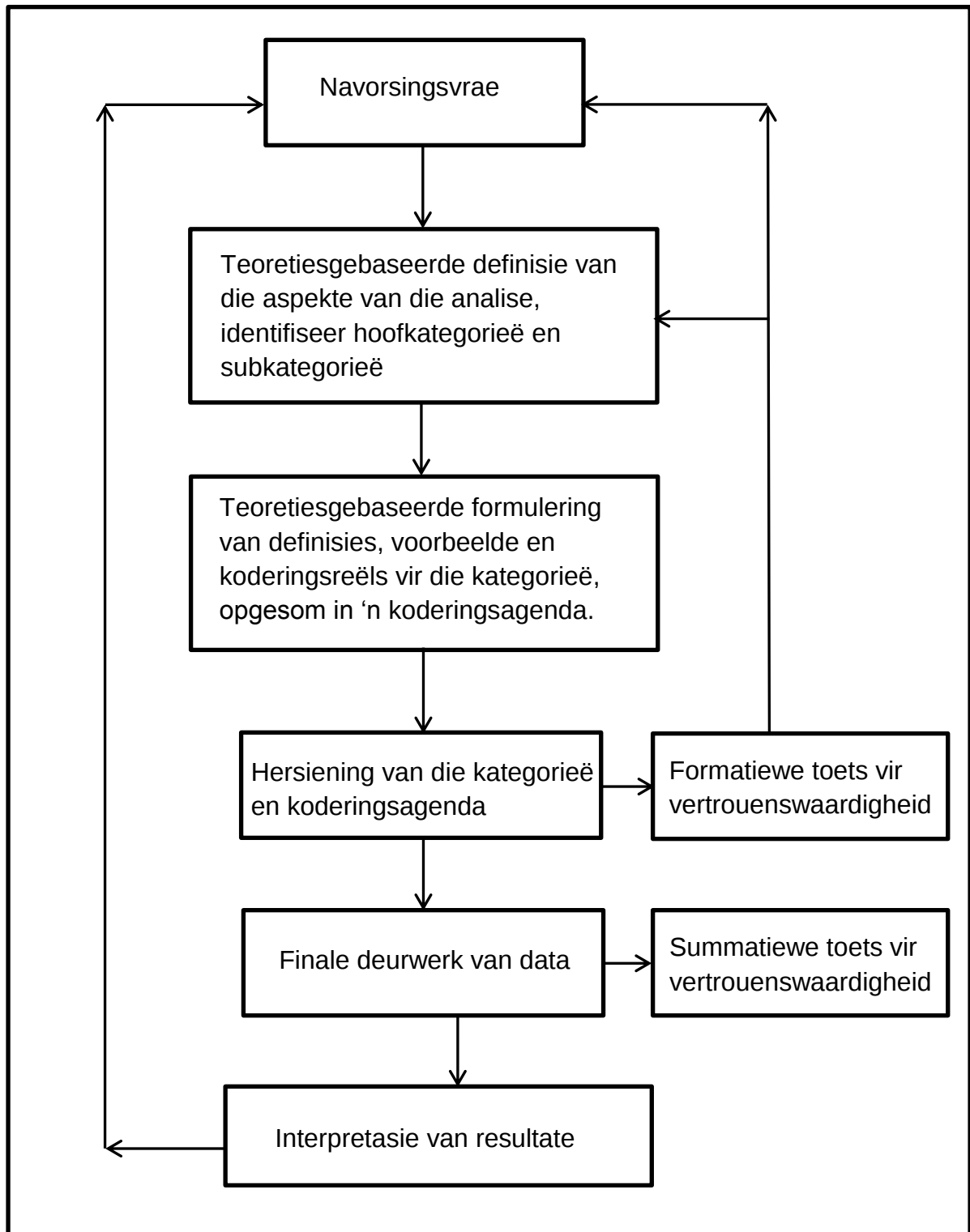
Die finale wyse van die data-insameling was om die Euklidiese meetkunde-boeke van elke deelnemer in te samel. Deelnemers is gevra om die meetkunde- boek van 'n graad 10-, 11- en 12- leerder van hul keuse aan my te gee. Ek het die boeke aan die einde van die derde kwartaal en begin van die vierde kwartaal ingesamel, aangesien Euklidiese meetkunde eers in die derde kwartaal onderrig word (DBE, 2011:26-48). Die Euklidiese meetkundewerk in elke boek is gefotostateer en toe weer aan die deelnemers terugbesorg. Die leerders se ouers het ook toestemming hiertoe verleen. Ek het hier van die veronderstelling uitgegaan dat die boeke en/of lêers, soos deur die onderwyser geselekteer, al die klaswerk- en huiswerk-aktiwiteite, toetse, eksamens en ander take sou bevat wat die onderwyser aan haar/sy leerders gegee het. Die inligting wat só ingesamel is, het ten doel gehad om die vlak van kognitiewe eise wat die onderwysers aan leerders gestel het, asook onderwysers se klaskamerpraktyke en gebruik van tegnologie te reflekteer.

4.2.5 Metode van data-analiserings

Die data is deur middel van inhoudsanalise geïnterpreteer (kyk 1.3.1.5).

Ek het in hierdie studie spesifiek van gerigte inhoudsanalise gebruik gemaak. Volgens Hsieh en Shannon (2005:1281) begin gerigte inhoudsanalise met relevante navorsingsbevindinge as 'n riglyn vir aanvanklike kodes en kategorieë. Die doel van inhoudsanalise is om sin te maak van die inhoud van geskrewe data en verder poog dit om 'n teoretiese raamwerk of teorie te bevestig of uit te brei (kyk Figuur 4.2).

Ek het van Mayring (2000) se stapsgewyse-model van inhoudsanalise gebruik gemaak om die data te analiseer (kyk Figuur 4.2). Op grond van die navorsingsvrae wat beantwoord moes word, is die kategorieë gedefinieer en is die koderingsproses geïmplementeer, die vertrouenswaardigheid en betroubaarheid bepaal en die resultate van die koderingsproses geanaliseer.



Figuur 4.2: Mayring (2000) se stapsgewysemodel van inhoudsanalise waarvolgens die data-analise gedoen is.

Die volgende navorsingvrae het deurentyd my analiseproses gelei:

1. Wat is die aard van die deelnemers se oortuigings ten opsigte van wiskunde (Euklidiese meetkunde)?
2. Wat is die aard van die deelnemers se oortuigings ten opsigte die leer van wiskunde, spesifiek meetkunde?
3. Wat is die aard van die deelnemers se oortuigings ten opsigte van die onderrig van wiskunde, spesifiek meetkunde?
4. Oor watter wiskundekennis behoort deelnemers te beskik?
5. Hoe kan die deelnemers se klaskamerpraktyke beskryf word?
6. Hoe kan die deelnemers se oortuigings oor hul kennis met hul klaskamerpraktyke in verband gebring word?
7. Hoe kan die bevindinge van hierdie studie gebruik word ten opsigte van onderwysersopleiding?

Daar is in hierdie studie onmiddellik met identifisering van voorafbepaalde kategorieë en subkategorieë begin (Hsieh & Shannon, 2005:1282). Tabel 4.2 sit die kategorieë en subkategorieë waarvolgens die data geanaliseer is, uiteen.

Tabel 4.2 Kategorieë en subkategorieë gebruik in data-analise

Kategorie	Subkategorie	Beskrywing
Persoonlike inligting		Alle persoonlike inligting ten opsigte van deelnemers. Dit sluit hul jare onderwysondervinding in en of hulle wiskunde as byvak of hoofvak geneem het.
Klaskamerpraktyk	Leeromgewing	Enige verwysing na die leeromgewing (kyk 2.2) ,ten opsigte van die daarstel van norme en verhoudings vir die doen en leer van wiskunde en gebruik van tegnologie. Skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar daar interaksies tussen die onderwyser en leerders plaasvind . Skep van “samesyn-omgewing”.
	Diskoers	Onderwyser-leerder- (kyk 2.3.1) en leerder-leerder- interaksie (kyk 2.3 2).
	Leerstrategieë	Kognitief: sluit memorisering of repetering, uitbreiding, organisering en probleemoplossingstrategieë in (kyk 2.4.1).
		Metakognitiewe strategieë sluit beplanning, kontrolering, evaluering, reflektoring, doelwitstelling en selfassessering van wiskundekonsepte en wiskundevaardighede in (kyk 2.4.3).
		Affektief: onderwysers wat leerders motiveer om take te doen (kyk 2.4.4).

		Organisatories: stel van vrae in die klas, die afneem van notas en die maak van opsommings (kyk 2.4.5).
		Probleemoplossingstrategieë: maak van 'n plan, voer plan uit, reflekteer (kyk 2.4.2).
	Onderrigstrategieë	Deduktiewe onderrigstrategieë (ook genoem direkte onderrig) is onderwysergesentreerd en tradisioneel van aard (kyk 2.5.1).
		Induktiewe onderrigstrategieë fokus meer op leerderdeelname (kyk 2.5.2).
	Wiskundetake	Deduktief of induktief (kyk 2.6).
		Moeilikhedsgraad: kennis (25%), roetine (30%), kompleksiteit (30%) en probleemoplossing (15%) (kyk 2.6).
Oortuigings	Wiskunde self	Platonisties (kyk 3.2.1),
		Intrumentalisties (kyk 3.2.1) of
		Probleemgedrewe/-oplossende oortuigings (kyk 3.2.1).
	Leer	Platonisties (kyk 3.2.2),
		Intrumentalisties (kyk 3.2.2) of
		Probleemgedrewe/-oplossende oortuigings (kyk 3.2.2).
	Onderrig	Platonisties (kyk 3.2.3),

		Intrumentalisties (kyk 3.2.3) of
		Probleemgedrewe/-oplossende oortuigings (kyk 3.2.3).
Kennis	Vakinhoudelike kennis	Diepgaande kennis van die meetkunde wat onderrig moet word, konseptuele en prosedurele kennis, vaktaal (kyk 3.3.1).
	Pedagogiese inhoudskennis	Deelnemers se kennis van hoe leerders ten opsigte meetkunde dink (kyk 3.3.2).
		Kennis van Van Hiele se denkvlakke (kyk 3.3.2).
	Kurrikulumkennis	Deeglike kennis van die kurrikulumvereistes t.o.v gr 10-12- meetkunde en gebruik van onderrigmateriaal en tegnologie (kyk 3.3.3).
	Leeromgewing	Skep die deelnemers intellektuele gemeenskappe waar leerders by betekenisvolle aktiwiteite betrokke kan wees om hulle wiskundige idees so uit te brei en te ontwikkel? (kyk 3.3.4)
	Refleksie	Reflekteer die deelnemers? Hoe die dag se klassee afgeleef het en wat daaraan gedoen kan word om dit 'n volgende keer te verbeter? (kyk 3.3.6)
	Tegnologie	Gebruik die deelnemers tegnologie om meetkunde te onderrig? (kyk 3.3.7)

Die studie-ontwerp en analise se data kon nie sinvol met behulp van statistiese toetse van verskille vergelyk word nie en daar is dus van vergelykings van frekwensies gebruik gemaak (Hsieh & Shannon, 2005: 1282). Al die resultate is in tabelle en grafieke weergegee en bespreek (kyk Hoofstuk 5).

4.3 Betroubaarheid en geldigheid van die bevindings

Wanneer daar na die geldigheid en betroubaarheid van kwalitatiewe navorsing verwys word, verskil dit van dié van kwantitatiewe navorsing. Kwalitatiewe navorsing lewer inligtingryke eerder as numeriese data (Creswell, 2009:190). Kwalitatiewe navorsing word gesien as buigbaar en sonder enige streng riglyne en dit het tot gevolg dat die geldigheid en betroubaarheid dikwels in twyfel getrek word. Om die geldigheid en betroubaarheid van hierdie studie te verseker, is oorwegend gebruik gemaak van Lincoln en Guba se model (Lincoln & Guba, 1985:300-317). Hierdie model identifiseer vier aspekte van geldigheid en betroubaarheid vir kwalitatiewe navorsing. Dit behels geloofwaardigheid, toepaslikheid van die bevindings, navorsingskonsekwentheid en bevestigbaarheid. Elkeen van hierdie aspekte word vervolgens bespreek.

4.3.1 Geloofwaardigheid

Hier gaan dit oor die betekenis en waarde van die bevindinge binne die konteks van die studie.

Die geloofwaardigheid van hierdie studie is verseker deur verlengde betrokkeheid met die deelnemers, triangulering en voortdurende kontak met my studieleier.

Nadat die deelnemers vir die eerste keer ontmoet is, is daar voortdurend kontak behou. Die invul van die vraelyste het in groepe plaasgevind waar die deelnemers enige onduidelikhede met my kon uitklaar. Dit is gevolg deur onderhoude waar ek op 'n meer persoonlike vlak met elke deelnemer betrokke was. Ek het laastens die deelnemers ontmoet toe ek die leerders se meetkundeboeke gaan haal het vir fotostatering.

In hierdie studie verleen die veelvuldige bronne van data in die vorm van vraelyste, semi-gestruktureerde onderhoude en dokumentanalise (meetkundeboeke) hulle tot

triangulering (Creswell, 2009: 191). Die data wat só ingesamel is, het tot gevolg gehad dat die navorsingsvrae (kyk 4.2.5) beantwoord kon word.

My studieleier is op 'n gereelde basis gekontak wat verder die geloofwaardigheid van die studie verseker het.

4.3.2 Toepaslikheid van die bevindings

Toepaslikheid verwys na die mate waarin die bevindings in ander kontekste, omstandighede en groepe toegepas kan word.

Kwalitatiewe navorsing impliseer nie dat die data veralgemeen kan word nie, maar fokus eerder op die toepaslikheid of oordraaglikheid daarvan. Volgens Lincoln en Guba (2000:298) is dit soms moontlik om die bevindinge van 'n spesifieke kwalitatiewe ondersoek binne 'n ander konteks toe te pas. Ek het in hierdie studie gepoog om aan die vereiste van toepaslikheid te voldoen deurdat ek van 'n doelgerigte gerieflikheidsteekproeftrekking gebruik gemaak het (Teddlie & Yu, 2007:77). 'n Demografiese beskrywing van die deelnemers is verder gedoen en 'n volledige beskrywing van die resultate van hierdie studie is gegee.

4.3.3 Navorsingskonsekwentheid

Die konsekwentheid van die bevindings verwys na die mate waarin die bevindinge konsekwent bly, indien die studie binne dieselfde of soortgelyke konteks herhaal word. Ek het in hierdie studie, om aan hierdie vereiste te voldoen, gepoog om die navorsingsmetode sowel as die data wat ingesamel is, so volledig moontlik te beskryf (kyk 4.2, 5.2 en 5.3).

4.3.4 Bevestigbaarheid

Die navorser moet 'n mate van neutraliteit behou tydens die navorsingsproses. Die ingesamelde data mag nie deur die navorser se persoonlike persepsies, motiverings, vooroordele en emosies beïnvloed word nie.

Bevestigbaarheid is vir die doeleindes van hierdie studie verseker deurdat ek van triangulering gebruik gemaak het en dat die gevolgtrekkings, interpretasies en aanbevelings deeglik oorweeg is (Bitsch, 2005:86).

4.4 Etiese oorwegings

Ten einde aan die etiese maatreëls te voldoen, is toestemming van alle deelnemende partye verkry, die identiteit van die deelnemers is beskerm en die deelnemers het vrywillig aan die navorsing deelgeneem, soos wat deur onder andere Fraenkel en Wallen (2008:55) as vereistes vir navorsingsetiek gestel word.

4.4.1 Toestemming

Daar is eerstens etiese klaring van die Etiekkomitee van die NWU verkry alvorens met die empiriese ondersoek begin is.

Daarna is daar ook toestemming verkry van die Oos-Kaapse Onderwysdepartement, deelnemende skole se hoofde, wiskunde-onderwysers en ook die ouers of voogde van betrokke leerders wat hul boeke en/of lêers beskikbaar gestel het. In die toestemmingsbriewe is die doel van die studie en die prosedures wat gevolg sou word ten opsigte van die data-insamelingproses, deeglik verduidelik.

4.4.2 Vrywillige deelname

Die deelnemers is verseker dat hulle in enige stadium aan die navorsing kon onttrek. Daar was aanvanklik sewe skole wat ingestem het tot deelname aan hierdie studie, maar twee daarvan het onttrek sonder enige probleme.

4.4.3 Vertroulikheid

Die deelnemers se identiteit is nie voor, tydens of ná die navorsing aan enige iemand bekend gemaak nie. Om die deelnemers se identiteit te beskerm, is soos volg 'n letter en 'n getal aan elke deelnemer toegeken: skool A se vier deelnemers: A1, A2, A3 en A4; skool B se sewe deelnemers : B1, B2, B3, B4, B5, B6 en B7; skool C se ses deelnemers: C1, C2, C3, C4, C5 en C6; skool D se twee deelnemers: D1 en D2 en Skool E se een deelnemer: E1.

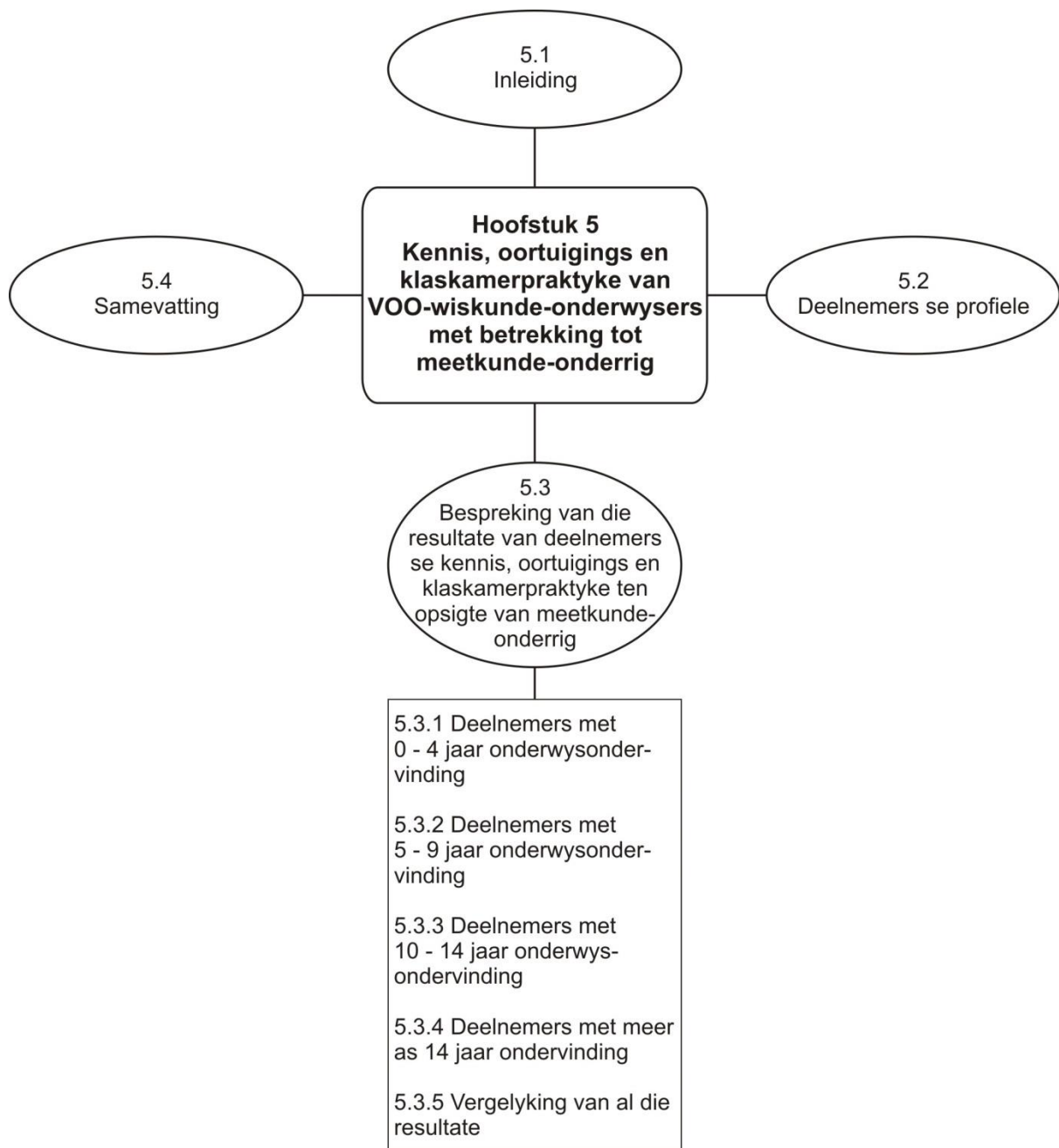
Daar is dus in hierdie navorsing gepoog om aan die volgende etiese kriteria te voldoen, soos deur Fraenkel en Wallen (2008:55) uiteengesit: die navorsing het nie teen enige deelnemer gediskrimineer nie, die identiteit van die deelnemers is beskerm, die deelnemers is volledig ingelig presies waaroor die navorsing gehandel

het en die data wat ingesamel is, is as vertroulik hanteer sodat geen individue se integriteit geskaad is nie.

4.5 Samevatting

In hierdie hoofstuk het ek die navorsingsontwerp en metodologie vir hierdie studie beskryf. Die studie is vanuit 'n konstruktivistiese-interpretivistiese paradigma gedoen waar ek as navorser subjektief betrokke was. Die navorsingsontwerp was 'n kwalitatiewe, verkennende gevallestudie. Die deelnemers aan hierdie studie was 20 VOO wiskunde-onderwysers van vyf stedelike skole, drie staatskole en twee privaatskole in die Oos-Kaap. Data-insamelingsmetodes wat gebruik is, is die invul van 'n vraelys deur elke deelnemer en die voer van 'n onderhoud met elke deelnemer en die insameling van graad 10-12 se Euklidiese meetkunde-boeke, verskaf deur die deelnemers. Daar is gepoog om inligting ten opsigte van die deelnemers se klaskamerpraktyke, oortuigings oor die aard van wiskunde, oortuigings oor die leer en onderrig van Euklidiese meetkunde en die kennis van deelnemers in te win. Gerigte inhoudsanalise is gebruik om die data te analiseer. Die betroubaarheid en geldigheid van die studie is verder bespreek en laastens is die etiese oorwegings ten opsigte van die studie bespreek.

In Hoofstuk 5 word die interpretasie en navorsingsresultate van die studie weergegee en bespreek.



HOOFSTUK 5: KENNIS, OORTUIGINGS EN KLASKAMERPRAKTYKE VAN VOO WISKUNDE-ONDERWYSERS MET BETREKKING TOT MEETKUNDE-ONDERRIG

5.1 Inleiding

In Hoofstuk 4 is die navorsingsontwerp noukeurig bespreek. Dit het die navorsingsmetodologie, deelnemers aan die empiriese ondersoek, data-insameling en data-analiseringsprosedures ingesluit. Hoofstuk 5 het ten doel om die resultate van die empiriese ondersoek (kyk 1.3.1.5) te bespreek.

5.2 Deelnemers se profiele

Daar was 20 deelnemers in hierdie studie betrokke (kyk 4.2.3). Die 20 deelnemers was afkomstig van 5 verskillende skole in die Port Elizabeth area in die Oos-Kaap. Die vraelys het 24 vrae bevat, waarvan vraag 1 tot vraag 4 ten doel gehad om meer te wete te kom van die deelnemers se persoonlike inligting ten opsigte van hulle jare onderwysondervinding en opleiding as wiskunde-onderwyser. Die profiele van die deelnemers word in Tabel 5.1 weergegee.

Tabel 5.1 Deelnemers se profiele gebaseer op hul onderwyservaring en kwalifikasies

Onderwyservaring	f	%	Wiskunde as byvak		Wiskunde as hoofvak	
			f	%	f	%
0 - 4 jaar	5	25	3	15	2	10
5 - 9 jaar	4	20	1	5	3	15
10 - 14 jaar	2	10	0	0	2	10
Meer as 14 jaar	9	45	1	5	8	40
Totaal	20	100	5	25	15	75

Die deelnemers is volgens hulle jare onderwyservaring gegroepeer. Die grootste enkele groep deelnemers, naamlik 9 (45%) het meer as 14 jaar ondervinding, gevolg deur 5 (25%) deelnemers wat 0 – 4 jaar en dan 4 (20%) deelnemers wat 5 – 9 jaar

ondervinding het. Daar was slegs 2 (10%) van die deelnemers wat 10 – 14 jaar onderwyservaring het.

Vyf (25%) van die deelnemers het wiskunde as 'n byvak geneem tydens hulle onderwysopleiding, terwyl 15 (75%) wiskunde as hoofvak geneem het. Die meeste van die deelnemers het dus wiskunde as hoofvak in hul voorgraadse studies gehad.

5.3 Bespreking van die resultate van deelnemers se oortuigings, kennis en klaskamerpraktyke ten opsigte van meetkunde-onderrig

Die vraelyste, onderhoude en die analisering van die meetkundeboeke en vraestelle het ten doel gehad om meer te wete te kom van die deelnemers se oortuigings, kennis en klaskamerpraktyke ten opsigte van Euklidiese meetkunde-onderrig.

Die vraelys (kyk Bylaag E) het 24 vrae bevat, waar vrae 5 tot 24 betrekking gehad het op die oortuigings, kennis en klaskamerpraktyke van die deelnemers: Daar is telkemale van die deelnemers verwag om hulle antwoorde breedvoerig te motiveer.

Om meer te wete te kom van die deelnemers se oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde (kyk 3.2), moes die deelnemers breedvoerige antwoorde op vrae 5 tot 13 en 19 van die vraelys (kyk Bylaag E) gee. Die deelnemers moes byvoorbeeld sê of wiskunde 'n abstrakte vak is, al dan nie en dan hul antwoorde gemotiveer het.

Vrae 14 tot 21 (kyk Bylaag E) het ten doel gehad om meer te wete te kom van die deelnemers se meetkundekennis, soos om byvoorbeeld breedvoerig te beskryf watter kennis nodig is om wiskunde (meetkunde) effektief te onderrig.

Laastens het vrae 22 tot 24 (kyk Bylaag E) ten doel gehad om meer te wete te kom van die deelnemers se klaskamerpraktyke. Die deelnemers moes byvoorbeeld breedvoerig verduidelik hoe hulle Euklidiese meetkunde in elke graad onderrig.

Na aanleiding van die deelnemers se antwoorde op die vrae in die vraelys, die onderhoude wat daarna gevolg het en die gefotostateerde meetkundeboeke en antwoordstelsels van die leerders, is elke deelnemer se oortuigings, kennis en

klaskamerpraktyk ten opsigte van die onderrig van meetkunde kortliks opgesom. Dit wat in die onderhoude gesê is, is met behulp van die inligting van die meetkundeboeke bevestig.

Die deelnemers met 0 – 4 jaar onderwysondervinding se resultate is in Tabel 5.2 opgesom; gevolg deur die resultate van deelnemers met 5 – 9 jaar onderwysondervinding in Tabel 5.3, terwyl die resultate van deelnemers met 10 – 14 jaar onderwysondervinding in Tabel 5.4 en laastens die resultate van deelnemers met meer as 14 jaar onderwysondervinding in Tabel 5.5 opgesom is.

5.3.1 Deelnemers met 0 – 4 jaar onderwysondervinding

Tabel 5.2 gee 'n opsomming van die resultate van die vyf deelnemers met 0 – 4 jaar onderwysondervinding ten opsigte van hulle oortuigings, kennis en klaskamerpraktyk in die onderrig van Euklidiese meetkunde.

Bespreking

Nadat elkeen se response vanuit die vraelyste en onderhoude bestudeer is, is die volgende afleidings gemaak: deelnemers A1, C1 en C3 het oorwegend platonistiese oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde getoon, terwyl C2 en D1 oorwegend probleemgedrewe oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde gehad het (kyk 3.2).

Volgens al vyf deelnemers (A1, C1, C2, C3 en D1) is vakinhoudelike kennis, kurrikulumkennis en kennis oor die skep en bestuur van 'n gunstige leeromgewing belangrik vir die effektiewe onderrig van meetkunde (kyk 3.3). Vier deelnemers (A1, C1, C2 en D1) vind dit ook belangrik dat onderwysers oor die nodige pedagogiese inhoudskennis moet beskik in die effektiewe onderrig van meetkunde. Daar is egter geen verwysing na die Van Hiele-vlakke gemaak nie. Twee deelnemers (C2 en D1) vind dit belangrik dat wiskundeonderwysers gereeld oor hulle onderrig moet reflekteer en kennis oor tegnologie moet hê in die onderrig van meetkunde.

Tabel 5.2 Deelnemers met 0 – 4 jaar onderwysondervinding

Oortuigings ten opsigte van die aard van wiskunde				
Deelnemer	Wiskunde is primêr 'n abstrakte vak.	Wiskunde gaan oor die beredenering in die oplos van probleme.	Wiskunde is die akkumulasie van feite, reëls en vaardighede	Wiskunde is 'n dinamiese, voordurende uitbreidende veld van die menslike skepping
A1	X		X	X
C1	X	X	X	
C2		X		X
C3	X	X	X	X
D1		X	X	X
Oortuigings ten opsigte van die leer van wiskunde				
Deelnemer	Leerders moet die wiskundekonsepte, beginsels en tegnieke verstaan	Tyd moet spandeer word aan oefening van konseptuele prosedures voordat leerders tyd aan die oplos van probleme bestee	Leerders behoort redes te verskaf om hul oplossings te staaf	Herhaalde oefening kan tot beter begrip van wiskunde lei
A1		X	X	X
C1		X	X	X
C2	X		X	
C3	X	X	X	X
D1	X	X	X	

Oortuigings ten opsigte van die onderrig van wiskunde

Deelnemer	Wiskunde-onderrig behoort die ondersoek en bevindinge van die leerders ook in te sluit	Wiskunde behoort as 'n versameling van konsepte, vaardighede en algoritmes onderrig word	Leerders moet gedurende wiskundelesse aangemoedig word om hulle wiskunde idees te verduidelik	Dit is belangrik dat 'n wiskunde-onderwyser die handboek of skema streng moet volg	Die wiskunde-onderwyser vervul hoofsaaklik die rol van 'n fasiliteerder in die wiskundeklas	Die wiskunde-onderwyser se hoofrol in die wiskundeklas is om die wiskunde aan die leerders te verduidelik
A1		X	x	X		x
C1	X	X	x			x
C2	X		x		x	
C3		X	x	X		x
D1	X	X	x		x	

Kennis waaroor 'n wiskundeonderwyser behoort te beskik

Deelnemer	Vakinhoudelike kennis	Pedagogiese inhoudskennis	Kurrikulumkennis	Skep en bestuur van 'n gunstige leeromgewing	Reflektering	Tegnologie
A1	X	X	x	x		
C1	X	X	x	x		
C2	X	X	x	x	x	x
C3	X		x	x		
D1	X	X	x	x	x	x

Klaskamerpraktyk van die deelnemers

Deelnemer	Leeromgewing	Klaskamerdiskoers	Leerstrategieë	Onderrigstrategieë	Wiskundetake
A1	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder-interaksie (onderwysergesentreerd)	a) Kognitief b) Organisatories	Deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
C1	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder-interaksie (onderwysergesentreerd)	a) Kognitief b) Meta-kognitief c) Affektief d) Organisatories	Deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
C2	a) Skep 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Konstruktivistiese benadering tot leer. c) Gebruik van tegnologie.	Onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie (leerdersgesentreerd)	a) Kognitief b) Meta-kognitief c) Affektief d) Organisatories e) Probleemoplossing	Induktief	a) Induktief en deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad

C3	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder-interaksie (onderwysergesentreerd)	a) Kognitief b) Organisatories	Deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
D1	a) Skep 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Konstruktivistiese benadering tot leer. c) Gebruik van tegnologie.	Onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie (leerdersgesentreerd)	a) Kognitief b) Meta-kognitief c) Affektief d) Organisatories e) Probleemoplossing	Induktief	a) Induktief en deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad

Bespreking (vervolg)

Deelnemers A1, C1 en C3 se onderrig is gebaseer op 'n behavioristiese benadering tot leer (kyk 2.2.1.1) waarvolgens die klem op die oordrag van kennis, drillwerk en herhaalde oefening is. Dit het dus tot gevolg dat daar nie sprake is van die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing ('n “samesynomgewing”) waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind nie (kyk 2.2). Leerders word nie aktief deel van klasbesprekings nie. Daar is slegs sprake van onderwyser-leerder-interaksie (kyk 2.3.1) in die sin dat die onderwyser vrae vra en die leerders dit beantwoord. Deduktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.1) word aangewend in die onderrig van meetkunde. Volgens deelnemers A1 en C3 is kognitiewe en organisatoriese leerstrategieë belangrik vir die leer van meetkunde. Deelnemer C1 vind kognitiewe, metakognitiewe, affektiewe en organisatoriese leerstrategieë belangrik vir die leer van meetkunde (kyk 2.4).

Deelnemers C2 en D1 skep 'n “samesynomgewing” waar die leerders gesamentlik sin kan maak van wiskunde (kyk 2.2). Daar is sprake van onderwyser-leerder-en-leerder-leerder-interaksie en onderwysers baseer hulle onderrig op 'n konstruktivistiese benadering (kyk 2.2.1.3) tot leer. Die leerder word hier dus nie gesien as 'n passiewe ontvanger van kennis nie, maar as 'n aktiewe deelnemer wat sy/haar eie kennis opbou en sin daaruit maak, op grond van sy/haar eie persoonlike ervaring en interaksie met die leeromgewing. Induktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.2) word deur hierdie deelnemers (C2 en D1) aangewend. Deelnemers C2 en D1 vind verder kognitiewe, metakognitiewe, affektiewe, organisatoriese en probleemoplossing as leerstrategieë (kyk 2.4) belangrik vir die leer van meetkunde.

Al die deelnemers (A1, C1, C2, C3 en D1) se wiskundetake (kyk 2.6) het die voldoende moeilikheidsgraad soos deur die assesseringsriglyne vir wiskunde (DBE, 2008a:13) voorgeskryf. Hoewel deelnemers C2 en D1 wel aanvanklik induktiewe take gebruik in die onderrig van meetkunde, val hulle daarna grootliks terug na deduktiewe take en assessering. Die indril en inoefen van die gebruik van meetkundestellings is vir genoemde onderwysers steeds belangrik.

Dit wil voorkom asof die deelnemers (C2 en D1) met 'n probleemgedrewe oortuiging oor wiskunde 'n meer hervormde klaskamerpraktyk ten toon stel. Hierdie hervormde

klaskamerpraktyk is een waar leerders aktief deel het aan die leer van meetkunde en die klem hier is dus nie op die oordrag van kennis nie. Vir genoemde deelnemers is dit belangrik dat hulle gereeld oor hulle onderrig moet reflekteer om sodoende daarin te kan verbeter. Tegnologie speel 'n beduidende rol om leerders aktief betrokke te kry in die leer van meetkunde.

Die deelnemers (A1, C1 en C3) met 'n platonistiese oortuiging oor wiskunde het 'n oorwegend tradisionele klaskamerpraktyk ten toon gestel, waar leerders passief is in die leer van meetkunde in die sin dat al die kennis aan hulle oorgedra word. Om te reflekteer is vir hierdie deelnemers nie belangrik nie, omdat leerders slegs die ontvangers van kennis is en dit moet inoefen en leer.

5.3.2 Deelnemers met 5 - 9 jaar onderwysondervinding

Tabel 5.3 gee 'n opsomming van die resultate van die vier deelnemers met 5 - 9 jaar onderwysondervinding ten opsigte van hulle klaskamerpraktyke, oortuigings oor wiskunde en kennis waaroor 'n wiskunde-onderwyser behoort te beskik.

Bespreking

Nadat elkeen se response vanuit die vraelyste en onderhoude bestudeer is, is die volgende afleidings aangaande die deelnemers se oortuigings (kyk 3.2) gemaak:

Deelnemers B1, B2 en B3 het platonistiese oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde getoon, terwyl A2 probleem-gedrewe oortuigings gehad het.

Volgens al vier deelnemers (A2, B1, B2 en B3) is vakinhoudelike kennis en kurrikulumkennis belangrik vir die effektiewe onderrig van meetkunde (kyk 3.3). Drie deelnemers (A2, B1 en B3) vind kennis oor die skep en bestuur van 'n gunstige leeromgewing ook belangrik vir die onderrig van meetkunde. Twee deelnemers (A2 en B3) vind dit ook belangrik dat onderwysers oor die nodige pedagogiese inhoudskennis moet beskik in die effektiewe onderrig van meetkunde. Daar is egter geen verwysing na die Van Hiele vlakke gemaak nie. Volgens twee deelnemers (A2 en B3) is dit belangrik dat wiskundeonderwysers moet kennis dra van die gebruik van tegnologie in die onderrig van meetkunde.

Tabel 5.3 Deelnemers met 5 - 9 jaar onderwysondervinding

Oortuigings ten opsigte van die aard van wiskunde				
Deelnemer	Wiskunde is primêr 'n abstrakte vak.	Wiskunde gaan oor die beredenering in die oplos van probleme.	Wiskunde is die akkumulasie van feite, reëls en vaardighede	Wiskunde is 'n dinamiese, voordurende uitbreidende veld van die menslike skepping
A2		X		X
B1	X	X	X	X
B2	X	X	X	
B3	X	X	X	X
Oortuigings ten opsigte van die leer van wiskunde				
Deelnemer	Leerders moet die wiskundekonsepte, beginsels en tegnieke verstaan	Tyd moet spandeer word aan oefening van konseptuele prosedures voordat leerders tyd aan die oplos van probleme bestee	Leerders behoort redes te verskaf om hul oplossings te staaf	Herhaalde oefening kan tot beter begrip van wiskunde lei
A2	X	X	X	
B1	X	X	X	X
B2	X		X	X
B3	X		X	X

Oortuigings ten opsigte van die onderrig van wiskunde

Deelnemer	Wiskunde-onderrig behoort die ondersoek en bevindinge van die leerders ook in te sluit	Wiskunde behoort as 'n versameling van konsepte, vaardighede en algoritmes onderrig te word	Leerders moet gedurende wiskundelesse aangemoedig word om hulle wiskunde-idees te verduidelik	Dit is belangrik dat 'n wiskunde-ondewyser die handboek of skema streng moet volg	Die wiskundeondewyser vervul hoofsaaklik die rol van 'n fasiliteerder in die wiskundeklas	Die wiskundeondewyser se hoofrol in die wiskundeklas is om die wiskunde aan die leerders te verduidelik
A2	x	x	x		x	x
B1		x	x	x		x
B2			x			x
B3	x	x	x	x		x

Kennis waaroor 'n wiskundeondewyser behoort te beskik

Deelnemer	Vakinhoudelike kennis	Pedagogiese inhoudskennis	Kurrikulumkennis	Skep en bestuur van 'n gunstige leeromgewing	Reflektering	Tegnologie
A2	x	x	x	x		x
B1	x		x	x		
B2	x		x	x		
B3	x	x	x			

Klaskamerpraktyk van die deelnemers

Deelnemer	Leeromgewing	Klaskamerdiskoers	Leerstrategieë	Onderrigstrategieë	Wiskundetake
A2	a) Skep 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Konstruktivistiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder- en leerder-leerderinteraksie (leerdersgesentreerd)	a) Kognitief b) Organisatories c) Probleemoplossing	Induktief en deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
B1	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder-interaksie (onderwyser-gesentreerd)	a) Kognitief b) Organisatories	Deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
B2	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder-interaksie (onderwyser-gesentreerd)	a) Kognitief b) Affektief c) Organisatories	Deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad

B3	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder-interaksie (onderwyser-gesentreerd)	a) Kognitief b) Organisatories	Induktief en deduktief	a) Deduktief en induktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
----	--	--	-----------------------------------	------------------------	---

Bespreking (vervolg)

Uit Tabel 5.3 is dit verder duidelik dat drie deelnemers (B1, B2 en B3) se onderrig op 'n behavioristiese benadering tot leer (kyk 2.2.1.1) gebaseer is, waar die klem op die oordra van kennis, drillwerk en herhaalde oefening is. Dit het dus tot gevolg dat daar nie sprake is van die opbou van interne verhoudinge waar die leerders in 'n “samesynomgewing” (kyk 2.2) leer en deel voel van die klasbesprekings nie. Daar is slegs sprake van onderwyser-leerder-interaksie (kyk 2.3.1) in die sin dat die onderwyser vrae vra en die leerders dit beantwoord. Deduktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.1) word gebruik in die onderrig van meetkunde.

Deelnemer A2 skep 'n “samesynomgewing” waar die leerders gesamentlik sin kan maak van wiskunde. Daar is sprake van onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie en onderrigstrategieë gebaseer op 'n konstruktivistiese benadering tot leer (kyk 2.2.1.3), word gebruik. Die leerder word dus nie gesien as 'n passiewe ontvanger van kennis nie, maar as 'n aktiewe deelnemer wat sy/haar eie kennis opbou en sin daaruit maak op grond van sy/haar eie persoonlike ervaring en interaksie met die leeromgewing. Induktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.2) word deur hierdie deelnemer (A2) aangewend.

Volgens deelnemers B1 en B3 is kognitiewe en organisatoriese leerstrategieë (kyk 2.4) van belang in die leer van meetkunde. Deelnemer B2 vind kognitiewe, affektiewe en organisatoriese leerstrategieë belangrik vir die leer van meetkunde en deelnemer A2 voeg ook probleemoplossing as leerstrategie by. Al die deelnemers (A2, B1, B2 en B3) se wiskundetake (kyk 2.6) voldoen aan die moeilikheidsgraad soos deur die assesseringsriglyne vir wiskunde (DBE, 2008a:13) voorgeskryf. Soos by die deelnemers wat 0 – 4 jaar onderwysondervinding het, is daar weereens slegs sprake van aanvanklike induktiewe take en assessering, waarna daar teruggeval word op deduktiewe inoefening deur die doen van baie meetkunde probleme.

Deelnemer A2 is die enigste deelnemer in dié groep wat 'n hervormde klaskamerpraktyk ten toon gestel het. Leerders word aangemoedig om aktief deel te wees aan die leer van meetkunde en om deel te hê aan klasbesprekings ten einde sin te maak van die meetkunde wat geleer word. Deelnemer A2 het verder probleemgedrewe oortuigings oor wiskunde (kyk 3.2). Deelnemers B1, B2 en B3 het

platonistiese oortuigings oor wiskunde en het 'n tradisionele klaskamerpraktyk ten toon gestel. Gevolglik, word 'n verband tussen klaskamerpraktyk, oortuigings en kennis waaroor onderwysers beskik, waargeneem (kyk 3.4).

5.3.3 Deelnemers met 10 - 14 jaar onderwysondervinding

Tabel 5.4 gee 'n opsomming van die resultate van die twee deelnemers met 10 - 14 jaar onderwysondervinding ten opsigte van hulle klaskamerpraktyke, oortuigings oor wiskunde en kennis waaroor 'n wiskundeonderwyser behoort te beskik.

Bespreking

Nadat elkeen se response vanuit die vraelyste en onderhoude bestudeer is, is die volgende afleidings gemaak:

Deelnemer C5 het oorwegend 'n platonistiese oortuiging oor die aard, leer en onderrig van wiskunde getoon, terwyl C4 'n probleemgedrewe oortuiging oor die aard, leer en onderrig van wiskunde het (kyk 3.2).

Verder toon Tabel 5.4 die resultate ten opsigte van watter kennis (kyk 3.3), volgens die deelnemers in hierdie groep, nodig is vir effektiewe meetkunde-onderrig: volgens beide deelnemers (C4 en C5) is vakinhoudelike kennis en kurrikulumkennis belangrik vir die effektiewe onderrig van meetkunde; deelnemer C4 vind pedagogiese inhoudskennis (geen verwysing na die Van Hiele-vlakke nie), kennis oor die bestuur van die leeromgewing, die ontwikkeling van klaskamernorme, reflektoring en tegnologie belangrik in die effektiewe onderrig van meetkunde.

Volgens die inligting in Tabel 5.4 baseer deelnemer C5 onderrig op 'n behavioristiese benadering tot leer (kyk 2.2.1.1) waar die klem op die oordra van kennis, drillwerk en herhaalde oefening is. Dit het dus tot gevolg dat daar nie sprake is van die opbou van interne verhoudinge waar die leerders in 'n "samesynomgewing" leer en deel voel van klasbesprekings nie (kyk 2.2). Daar is slegs sprake van onderwyser-leerder-interaksie (kyk 2.3.1) in die sin dat die onderwyser vrae vra en die leerders dit beantwoord. Deduktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.1) word gebruik in die onderrig van meetkunde.

Tabel 5.4 Deelnemers met 10 - 14 jaar onderwysondervinding

Oortuigings ten opsigte van die aard van wiskunde						
Deelnemer	Wiskunde is primêr 'n abstrakte vak.	Wiskunde gaan oor die beredenering in die oplos van probleme.	Wiskunde is die akkumulasie van feite, reëls en vaardighede	Wiskunde is 'n dinamiese, voordurende uitbreidende veld van die menslike skepping		
C4		X		X		
C5	X	X	X	X		
Oortuigings ten opsigte van die leer van wiskunde						
Deelnemer	Leerders moet die wiskundekonsepte, beginsels en tegnieke verstaan	Tyd moet spandeer word aan oefening van konseptuele prosedures voordat leerders tyd aan die oplos van probleme bestee	Leerders behoort redes te verskaf om hul oplossings te staaf	Herhaalde oefening kan tot beter begrip van wiskunde lei		
C4	X		X			
C5	X	X	X	X		
Oortuigings ten opsigte van die onderrig van wiskunde						
Deelnemer	Wiskunde-onderrig behoort die ondersoek en bevindinge van die leerders ook in te sluit	Wiskunde behoort as 'n versameling van konsepte, vaardighede en algoritmes onderrig word	Leerders moet gedurende wiskundelesse aangemoedig word om hulle wiskunde-idees te verduidelik	Dit is belangrik dat 'n wiskunde-onderryser die handboek of skema streng moet volg	Die wiskunde-onderryser vervul hoofsaaklik die rol van 'n fasiliteerder in die wiskundeklas	Die wiskunde-onderryser se hoofrol in die wiskundeklas is om die wiskunde aan die leerders te verduidelik
C4	X	X	X		X	X
C5	X	X	X	X		X

Kennis waaroor 'n wiskundeonderwyser behoort te beskik						
Deelnemer	Vakinhoudelike kennis	Pedagogiese inhoudskennis	Kurrikulumkennis	Skep en bestuur van 'n gunstige leeromgewing	Reflektering	Tegnologie
C4	x	x	x	x	x	x
C5	x		x			
Klaskamerpraktyk van die deelnemers						
Deelnemer	Leeromgewing	Klaskamerdiskoers	Leerstrategieë	Onderrigstrategieë	Wiskundetake	
C4	a) Skep 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Konstruktivistiese benadering tot leer. c) Gebruik van tegnologie.	Onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie (leerdersesentreerd)	a) Kognitief b) Meta-kognitief c) Affektief d) Organisasories e) Probleemoplossing	Induktief en deduktief	a) Induktief en deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad	
C5	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder-interaksie (onderwysergesentreerd)	a) Kognitief b) Affektief c) Organisasories	Deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad	

Bespreking (vervolg)

Deelnemer C4 skep 'n “samesynomgewing” waar die leerders gesamentlik sin kan maak van die meetkunde wat onderrig en geleer word. Daar is sprake van onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie (kyk 2.3) en onderrig word gebaseer op 'n konstruktivistiese benadering tot leer (kyk 2.2.1.3). Die leerder word nie gesien as 'n passiewe ontvanger van kennis nie, maar as 'n aktiewe deelnemer wat sy eie kennis opbou en sin daaruit maak, op grond van sy eie persoonlike ervaring en interaksie met die leeromgewing. Induktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.2) word deur hierdie deelnemer toegepas. Volgens deelnemer C5 is kognitiewe, metakognitiewe, affektiewe, organisatoriese en probleemoplossingsleerstrategieë (kyk 2.4) van belang in die leer van meetkunde, terwyl deelnemer C4 kognitiewe, affektiewe en organisatoriese leerstrategieë belangrik ag in die leer van meetkunde. Beide deelnemers (C4 en C5) se wiskundetake het voldoen aan die vereiste moeilikheidsgraad soos deur die assesseringsriglyne vir wiskunde (DBE, 2008a:13) voorgeskryf.

Net soos in die geval van die deelnemers met 0 – 4 jaar en dié met 5 – 9 jaar onderwysondervinding, word 'n verband tussen 'n onderwyser se klaskamerpraktyk en oortuigings (kyk 3.4) oor wiskunde en kennis waaroor 'n onderwyser behoort te beskik, waargeneem.

5.3.4 Deelnemers met meer as 14 jaar onderwysondervinding

Tabel 5.5 gee 'n opsomming van die resultate van die deelnemers met meer as 14 jaar onderwysondervinding ten opsigte van hulle klaskamerpraktyke, oortuigings in verband met wiskunde en kennis waaroor 'n wiskundeonderwyser behoort te beskik.

Bespreking

Nadat elkeen se response vanuit die vraelyste en onderhoude bestudeer is, is die volgende afleidings gemaak:

Deelnemers A3, B5, B7 en C6 het platonistiese oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde getoon, terwyl A4, B4, B6, D2 en E1 probleemgedrewe oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde het (kyk 3.2).

Tabel 5.5 Deelnemers met meer as 14 jaar onderwysondervinding

Oortuigings ten opsigte van die aard van wiskunde				
Deelnemer	Wiskunde is primêr 'n abstrakte vak.	Wiskunde gaan oor die beredenering in die oplos van probleme.	Wiskunde is die akkumulasie van feite, reëls en vaardighede	Wiskunde is 'n dinamiese, voordurende uitbreidende veld van die menslike skepping
A3	X		X	X
A4	X	X		X
B4		X		X
B5	X	X	X	
B6		X		X
B7		X	X	X
C6			X	X
D2	X	X		X
E	X	X		X
Oortuigings ten opsigte van die leer van wiskunde				
Deelnemer	Leerders moet die wiskundekonsepte, beginsels en tegnieke verstaan	Tyd moet spandeer word aan oefening van konseptuele prosedures voordat leerders tyd aan die oplos van probleme bestee	Leerders behoort redes te verskaf om hul oplossings te staaf	Herhaalde oefening kan tot beter begrip van wiskunde lei
A3	X	X	X	X
A4	X		X	
B4	X		X	X
B5	X	X	X	X
B6	X	X	X	
B7	X	X	X	X

C6	x	x				
D2	x	x		x		x
E	x			x		x
Oortuigings ten opsigte van die onderrig van wiskunde						
Deelnemer	Wiskunde- onderrig behoort die ondersoek en bevindinge van die leerders ook in te sluit	Wiskunde behoort as 'n versameling van konsepte, vaardighede en algoritmes onderrig word	Leerders moet gedurende wiskundelesse aangemoedig word om hulle wiskunde- idees te verduidelik	Dit is belangrik dat 'n wiskunde- onderwyser die handboek of skema streng moet volg	Die wiskunde- onderwyser vervul hoofsaaklik die rol van 'n fasiliteerder in die wiskundeklas	Die wiskunde- onderwyser se hoofrol in die wiskundeklas is om die wiskunde aan die leerders te verduidelik
A3	x	x	x	x		x
A4	x	x	x		x	
B4	x	x	x	x	x	
B5	x	x	x	x		x
B6	x		x		x	
B7	x	x	x	x		x
C6	x			x		x
D2	x	x	x		x	
E	x	x	x		x	

Kennis waaroor 'n wiskundeonderwyser behoort te beskik						
Deelnemer	Vakinhoudelike kennis	Pedagogiese inhoudskennis	Kurrikulumkennis	Skep en bestuur van 'n gunstige leeromgewing	Reflektering	Tegnologie
A3	X	x	x	x		x
A4	X	x	x	x	x	
B4	X	x	x	x	x	
B5	X	x	x	x		x
B6	X	x	x	x	x	
B7	X	x	x			x
C6	X	x	x			x
D2	X	x	x	x	x	
E	X	x	x	x	x	

Klaskamerpraktyk van die deelnemers					
Deelnemer	Leeromgewing	Klaskamerdiskoers	Leerstrategieë	Onderrigstrategieë	Wiskundetake
A3	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie (leerdergesentreerd)	a) Kognitief b) Affektief c) Organisatories	Deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
A4	a) Skep 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Konstruktivistiese benadering tot leer. c) Gebruik van tegnologie	Onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie (leerdergesentreerd)	a) Kognitief b) Affektief c) Organisatories d) Probleemoplossing	Induktief en deduktief	a) Induktief en deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
B4	a) Skep 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Konstruktivistiese benadering tot leer. c) Gebruik van tegnologie	Onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie (leerdergesentreerd)	a) Kognitief b) Meta-kognitief c) Affektief d) Organisatories e) Probleemoplossing	Induktief	a) Induktief en deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad

B5	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder-interaksie (onderwysergesentreerd)	a) Kognitief b) Affektief c) Organisatories	Deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
B6	a) Skep 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Konstruktivistiese benadering tot leer. c) Gebruik van tegnologie	Onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie (leerdersgesentreerd)	) Kognitief b) Meta-kognitief c) Affektief d) Organisatories e) Probleemoplossing	Induktief	a) Induktief en deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
B7	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder-interaksie (onderwysergesentreerd)	a) Kognitief b) Organisatories	Deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad

C6	a) Gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Behavioristiese benadering tot leer.	Onderwyser-leerder-interaksie (onderwysergesentreerd)	a) Kognitief b) Organisatories	Deduktief	a) Deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
D2	a) Skep 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Konstruktivistiese benadering tot leer. c) Gebruik van tegnologie	Onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie (leerdersgesentreerd)	a) Kognitief b) Meta-kognitief c) Affektief d) Organisatories e) Probleemoplossing	Induktief	a) Induktief en deduktief b) Voldoende moeilikheidsgraad
E	a) Skep 'n gunstige sosiale leeromgewing waar interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. b) Konstruktivistiese benadering tot leer. c) Gebruik van tegnologie	Onderwyser-leerder- en leerder-leerder-interaksie (leerdersgesentreerd)	a) Kognitief b) Meta-kognitief c) Affektief d) Organisatories e) Probleemoplossing	Induktief	a) Deduktief en induktief b) Voldoende moeilikheidsgraad

Bespreking (vervolg)

Wat die kennis (kyk 3.3) betref waarom 'n wiskundeonderwyser behoort te beskik vir die onderrig van meetkunde, is die volgende gevind: volgens al nege deelnemers is vakinhoudelike kennis, pedagogiese inhoudskennis en kurrikulumkennis noodsaaklik vir die effektiewe onderrig van meetkunde. Daar is egter weer geen verwysing na die Van Hiele-vlakke gemaak nie. Sewe deelnemers (A3, A4, B4, B5, B6, D2 en E) voel dat kennis oor die skep en bestuur van 'n gunstige leeromgewing ook belangrik is as dit by die onderrig van meetkunde kom. Vyf deelnemers (A4, B4, B6, D2 en E) vind dit belangrik dat wiskundeonderwysers gereeld oor hulle onderrig moet reflekteer en volgens deelnemers A3, B5, B7 en C6 moet onderwysers kennis hê oor tegnologie wat die suksesvolle onderrig van meetkunde kan bevorder.

Vier deelnemers (A3, B5, B7 en C6) baseer hul onderrig op 'n behavioristiese benadering tot leer (kyk 2.2.1.2.1), waarvolgens die klem op die oordra van kennis, drillwerk en herhaalde oefening is. Dit het dus tot gevolg dat daar nie sprake is van die opbou van interne verhoudinge waar die leerders in 'n "samesynomgewing" leer en deelneem aan klasbesprekings nie (kyk 2.2). Daar is slegs sprake van onderwyser-leerder-interaksie (kyk 2.3.1) in die sin dat die onderwyser vrae vra en die leerders dit beantwoord. Deduktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.1) word aangewend in die onderrig van meetkunde.

Deelnemers A4, B4, B6, D2 en E skep 'n "samesynomgewing" waar die leerders gesamentlik kan sin maak van die meetkunde wat onderrig en geleer word. Daar is tekens van onderwyser-leerder-en leerder-leerder-interaksie (kyk 2.3.2) en onderrig word gebaseer op 'n konstruktivistiese benadering tot leer (kyk 2.2.1.3). Die leerder word hier dus nie gesien as 'n passiewe ontvanger van kennis nie, maar as 'n aktiewe deelnemer wat sy/haar eie kennis opbou en sin daaruit maak op grond van sy/haar eie persoonlike ervaring en interaksie met die leeromgewing. Induktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.2) word deur hierdie deelnemers (A4, B4, B6, D2 en E) gebruik.

Volgens deelnemers B7 en C6 is kognitiewe en organisatoriese leerstrategieë van belang in die leer van meetkunde. Deelnemers A3 en B5 vind kognitiewe, affektiewe en organisatoriese leerstrategieë (kyk 2.4) belangrik vir die leer van meetkunde en

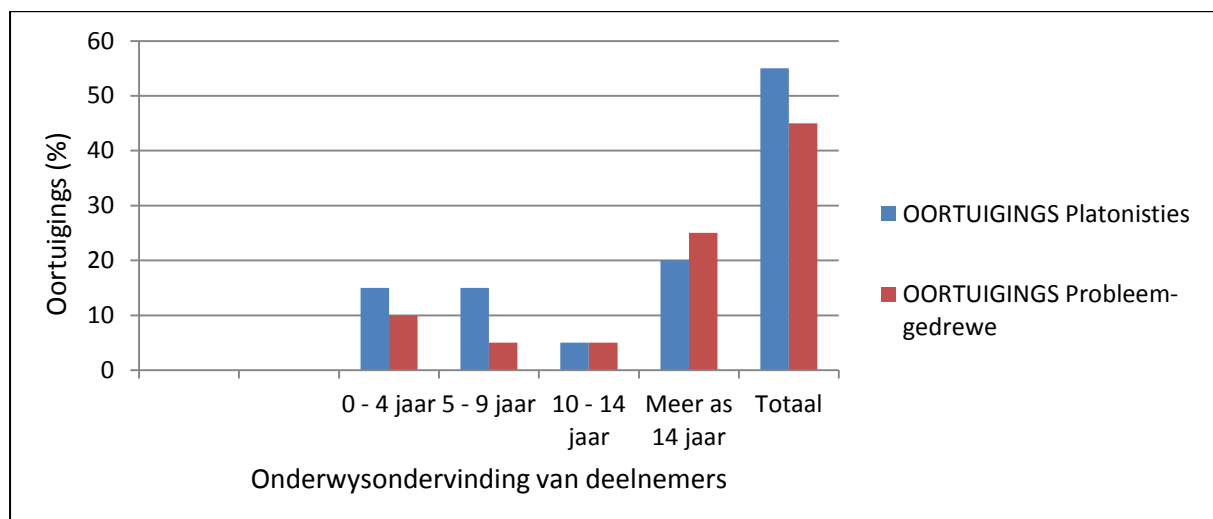
deelnemer A4 voeg probleemoplossing as leerstrategie hierby. Deelnemers B4, B6, D2 en E is ook van mening dat, behalwe die reeds genoemde leerstrategieë, metakognitiewe leerstrategieë ook belangrik is.

Al die deelnemers se wiskundetake (kyk 2.6) het voldoen aan die moeilikheidsgraad soos deur die assesseringsriglyne vir wiskunde (DBE, 2008a:13) voorgeskryf. Induktiewe wiskundetake en assessering word gevolg deur die deduktiewe inoefening van nuwe kennis en deur die doen van baie meetkundevoorbeelde.

Die deelnemers (A3, B5, B7 en C6) wat platonistiese oortuigings (kyk 3.2) oor wiskunde het, se klaskamerpraktyk is baie tradisioneel van aard. Volgens hierdie deelnemers is leerders passiewe ontvangers van kennis met “geen wiskunde stem” in die klaskamer nie. Deelnemers A4, B4, B6, D2 en E, wie probleemgedrewe oortuigings (kyk 3.2) oor wiskunde getoon het, se klaskamerpraktyke is meer hervormd van aard in die sin dat leerders deel moet wees van die “sinmaak” in die leer van meetkunde.

5.3.5 Vergelyking van al die resultate

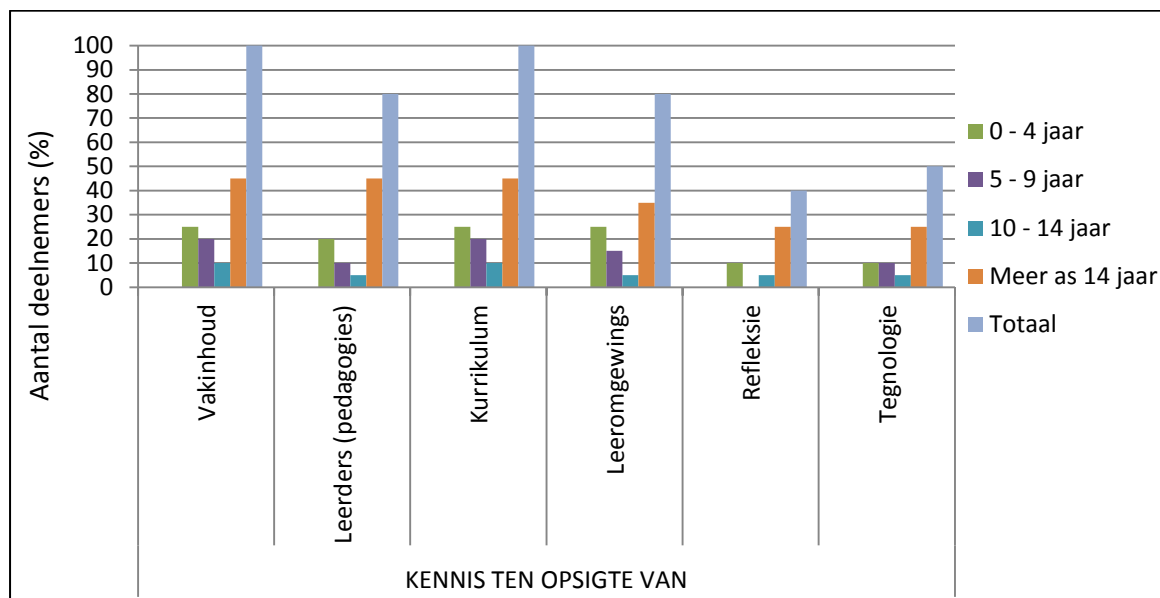
Figuur 5.1 toon hoe die oortuigings (kyk 3.2) van die deelnemers met verskillende jare onderwysondervinding met mekaar vergelyk (uitgedruk in persentasies).



Figuur 5.1 Vergelyking van die oortuigings van die deelnemers.

Uit Figuur 5.1 is dit duidelik dat die meeste deelnemers (55%) platonistiese oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde het, terwyl die minderheid (45%) probleemgedrewe oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde getoon het. Diegene met platonistiese oortuigings oor die aard, onderrig en leer van wiskunde sien wiskunde as 'n statiese dissipline wat abstrak is en dat leerders meetkunde effektief sal kan doen deur die herhaalde drilwerk en inoefening daarvan. Deelnemers met probleemgedrewe oortuigings in verband met die aard, onderrig en leer van wiskunde, sien wiskunde as 'n dinamiese dissipline en laat leerders toe om deel te wees van die “sinmaak” van die meetkunde wat onderrig word.

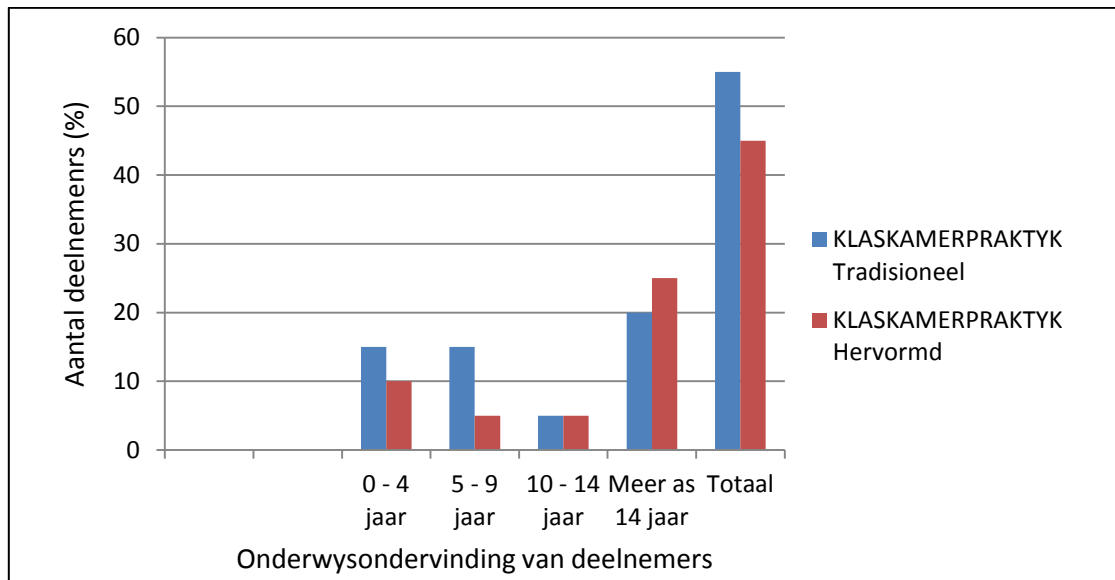
Figuur 5.2 toon hoe die deelnemers verskil in hul oortuigings ten opsigte van die kennis (kyk 3.3) waarvoor 'n wiskunde-onderwyser behoort te beskik.



Figuur 5.2 Vergelyking van die kennis waarvoor die wiskunde-onderwysers behoort te beskik.

Uit Figuur 5.2 is dit duidelik dat al die deelnemers (100%) dit belangrik vind dat wiskunde-onderwysers voldoende vakinhoudelike en kurrikulumkennis moet hê. Tagtig persent van die deelnemers is van mening dat 'n effektiewe wiskunde-onderwyser oor die nodige pedagogiese inhoudskennis moet beskik. Daar is egter geen verwysing gemaak na die Van Hiele-meetkundedenkvlakke nie. Verder het 80% van die deelnemers gedink dat kennis oor die skep en bestuur van leeromgewings noodsaaklik is vir die onderrig van meetkunde. Veertig persent van

die deelnemers was van mening dat dit vir 'n wiskunde-onderwyser belangrik is om gereeld oor sy/haar onderrig te reflekteer en 50% van die deelnemers het gereken dat kennis van tegnologie belangrik is om meetkunde effektief te onderrig. In Figuur 5.3 is die klaskamerpraktyke van die deelnemers met verskillende jare onderwysondervinding met mekaar vergelyk (uitgedruk in persentasies).



Figuur 5.3 Vergelyking van die klaskamerpraktyke van die deelnemers.

Wanneer daar oor die klaskamerpraktyk van die deelnemers gepraat word, sluit dit die skep van 'n gunstige leeromgewing, diskoers, leer-en onderrigstrategieë en die opstel van wiskundetake in (kyk 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 en 2.6). Ten einde die klaskamerpraktyk van die deelnemers in Figuur 5.3 op te som, is daar weer na tradisionele en hervormde klaskamerpraktyk verwys.

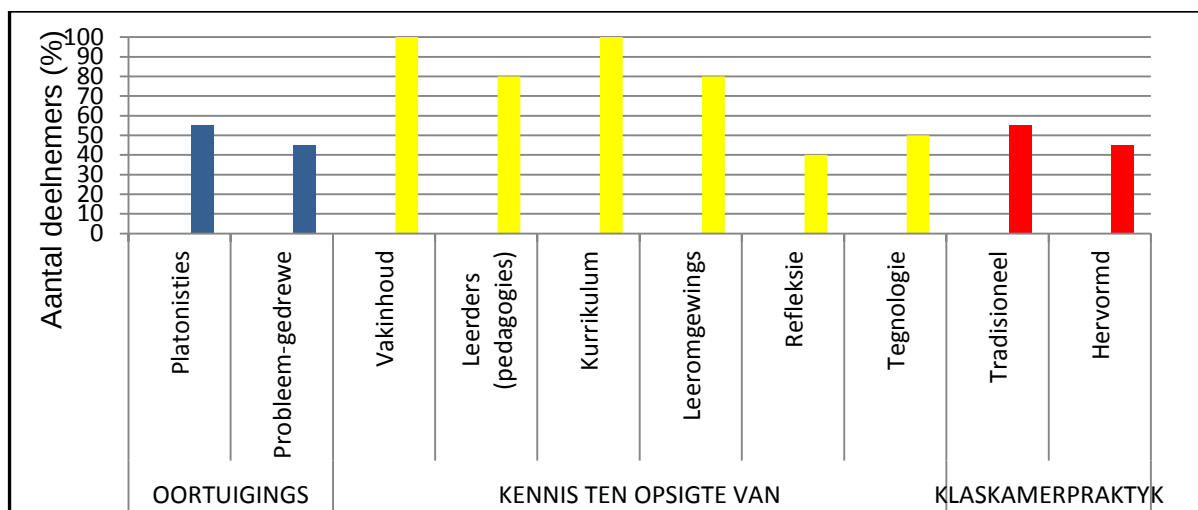
Dit is duidelik dat die meeste deelnemers (55%), ongeag hulle jare onderwysondervinding, 'n tradisionele klaskamerpraktyk handhaaf. Hierdie deelnemers dra kennis aan die leerders oor deur middel van deduktiewe onderrigmetodes (kyk 2.5). Hulle skep 'n leeromgewing wat onderwysergesentreerd is en waar leerders die passiewe ontvangers van meetkundekennis is (behavioristiese benadering tot leer). Die deelnemers vra die vrae en leerders moet die antwoorde op die vrae verskaf (onderwyser-leerder-interaksie).

Die minderheid van die deelnemers (45%) het hervormde klaskamerpraktyke toegepas. Hierdie deelnemers fasiliteer die leer van meetkunde deur gebruik te maak van induktiewe onderrigmetodes (kyk 2.5). Hulle skep 'n leeromgewing wat leerdergesentreerd is en waar die leerders aktief betrokke is in die sin maak van meetkunde (konstruktivistiese benadering tot leer) deur onderwyser-leerder- en leerder-leerder- interaksie.

5.4 Samevatting

In hierdie studie is twintig deelnemers van vyf verskillende skole in Port Elizabeth, Oos-Kaap, se klaskamerpraktyk, oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde en hulle kennis oor die onderrig van meetkunde ondersoek.

Figuur 5.4 gee 'n opsomming van die resultate wat verkry is deur middel van vraelyste, onderhoude en inligting uit die leerders se meetkundeboeke (uitgedruk in persentasies).

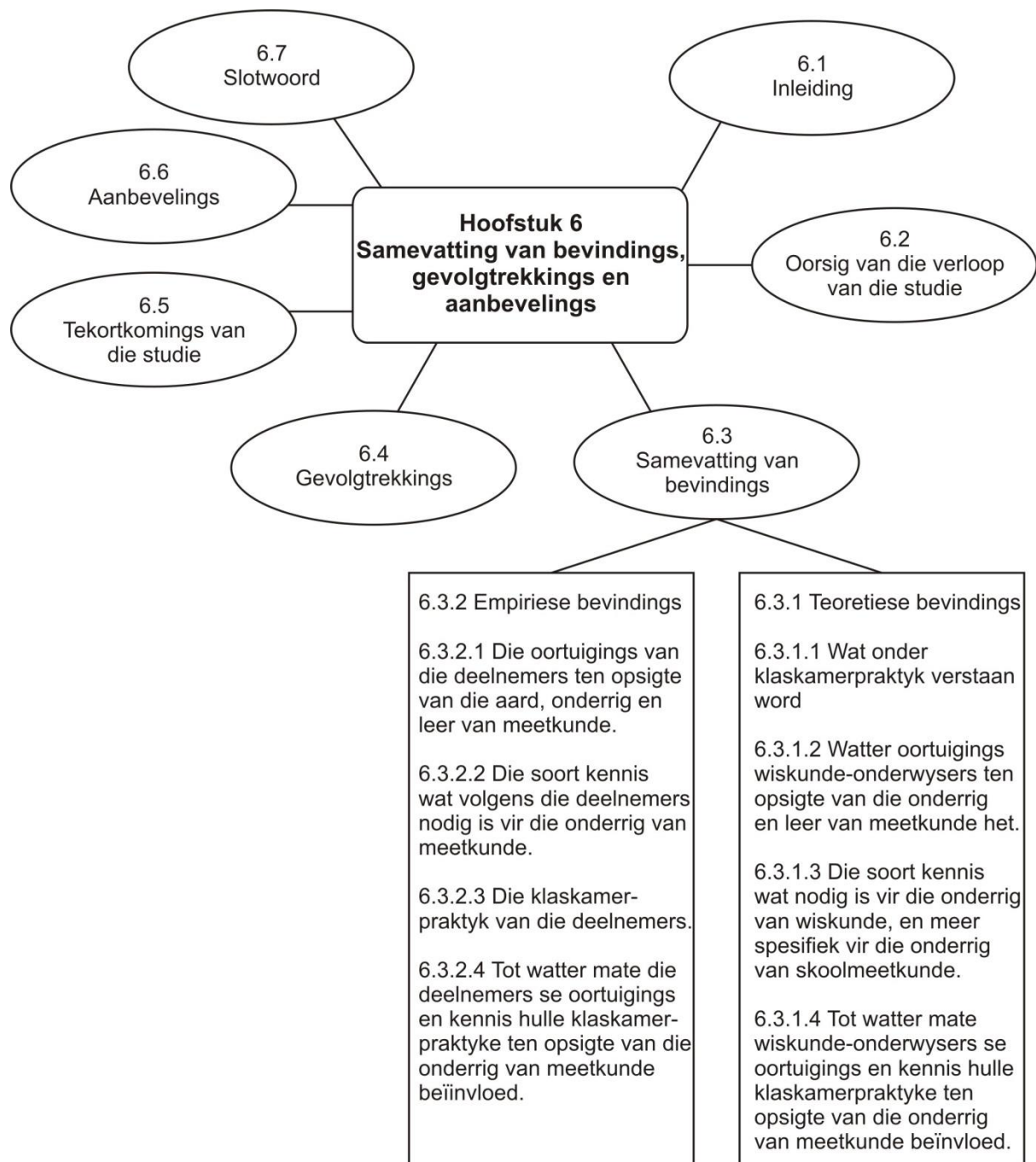


Figuur 5.4 'n Opsomming van die resultate.

Ongeag die skool waar die deelnemers skoolhou of hulle jare onderwysondervinding, het ongeveer die helfte van die deelnemers platonistiese oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde getoon, terwyl die ander helfte probleemgedrewe oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde gehad het.

Al die deelnemers (100%) was van mening dat vakinhoudelike kennis en kurrikulumkennis essensieel is vir die effektiewe onderrig van meetkunde. Tagtig persent van die deelnemers was van mening dat pedagogiese inhoudskennis en kennis ten opsigte van die skep van effektiewe leeromgewings in die onderrig van meetkunde belangrik is. Slegs 50% van die deelnemers was van mening dat kennis van tegnologie belangrik is in die effektiewe onderrig van meetkunde. Volgens 40% van die deelnemers is kennis van refleksie ook van belang in die onderrig van meetkunde.

Dit is duidelik vanuit die resultate dat die deelnemers (55%) met platonistiese oortuigings met betrekking tot die aard, leer en onderrig van wiskunde, 'n tradisionele klaskamerpraktyk handhaaf, terwyl die deelnemers (45%) met probleem-gedrewe oortuigings ten opsigte van die aard, leer en onderrig van wiskunde, 'n hervormde klaskamerpraktyk beoefen het.



HOOFSTUK 6: SAMEVATTING VAN BEVINDINGS, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

6.1 Inleiding

'n Samevatting van die studie word in hierdie hoofstuk gegee. Eerstens word 'n oorsig ten opsigte van die verloop van die studie in chronologiese volgorde gegee. Daarna word die bevindings uiteengesit. Gevolgtrekkings is uit die teoretiese sowel as empiriese bevindings gemaak om sodoende die bereiking van die navorsingsdoelwitte te bevestig. Die tekortkomings van die studie is gestel en aanbevelings vir verdere en soortgelyke studies is gemaak.

6.2 Oorsig van die verloop van die studie

In hoofstuk 1 is 'n literatuuroorsig wat op 'n navorsingsvraag uitgeloop het, verskaf. Die navorsingsvraag is omgeskakel na die navorsingsdoelstelling, wat in navorsingsdoelwitte afgebreek is en afsonderlik ondersoek is, ten einde die navorsingsvraag te beantwoord. Die metode van ondersoek is uiteengesit.

In hoofstuk 2 is wiskunde-onderwysers se klaskamerpraktyke, in terme van klaskamerdiskoers, die leeromgewings, leerstrategieë, onderrigstrategieë en wiskundetake bespreek.

Wiskunde-onderwysers se kennis en oortuigings oor wiskunde (spesifiek meetkunde) en die onderrig daarvan is met behulp van vorige studies uit die literatuur in hoofstuk 3 aan die orde gestel. Onderwysers se oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde (meetkunde) is in diepte in hoofstuk 3 bespreek. Laastens is wiskunde-onderwysers se meetkundekennis in terme van vakinhoudelike kennis, pedagogiese inhoudskennis, kurrikulumkennis, kennis van die skep en bestuur van leeromgewings, ontwikkeling van klaskamernorme, reflektering en die gebruik van tegnologie bespreek.

Die empiriese ondersoek is in hoofstuk 4 uiteengesit. 'n Volledige uiteensetting van die kwalitatiewe navorsingsmetodes wat gevolg is, word dus in hoofstuk 4 aangetref.

In hoofstuk 5 is die resultate ten opsigte van die verband tussen kennis, oortuigings en klaskamerpraktyke van die deelnemers met betrekking tot meetkunde-onderrig, in diepte bespreek.

6.3 Samevatting van bevindings

Vervolgens word die teoretiese bevindings bespreek, opgevolg deur 'n bespreking van die empiriese bevindings.

6.3.1 Teoretiese bevindings

Ten einde die verband tussen wiskunde-onderwysers se oortuigings met betrekking tot wiskunde, kennis waaroor onderwysers behoort te beskik en hulle klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig en leer van Euklidiese meetkunde in die VOO- fase te ondersoek, is verskeie doelwitte nagestreef (kyk 1.2). Die teoretiese bevindings het daartoe bygedra om hierdie doelwitte te bereik:

6.3.1.1 Wat onder klaskamerpraktyk verstaan word

Uit die bestudering van toepaslike literatuur in hoofstuk 2, blyk dit dat klaskamerpraktyk uit die volgende komponente bestaan, naamlik die leeromgewing, klaskamerdiskoers, die gebruik van leer- en onderrigstrategieë, asook die rol van wiskundetake in die onderrig en leer van meetkunde (kyk 2.1).

Die skep van 'n gunstige leeromgewing (kyk 2.2) gaan daaroor of die onderwyser daartoe in staat is om 'n “samesynomgewing” te skep waar die betekenisvolle leer (kyk 2.2.1.3) van wiskunde (meetkunde) kan plaasvind. Dit is belangrik dat onderwysers moet fokus op die bou van verhoudings vir die doen en leer van wiskunde (kyk 2.2.2 en 2.2.3). Die gebruik van tegnologie (kyk 2.2.4) dra verder daartoe by of die leerders “tuis” sal voel in die klas en of hulle betekenisvol sal leer.

Klaskamerdiskoers (kyk 2.3) het met die sosiale betrokkenheid van leerders en die onderwyser te doen en sluit klasbesprekings ten opsigte van die ontwikkeling van meetkunde-idees in. Dit gaan dus oor die onderwyser-leerder-interaksie (kyk 2.3.1) en leerder-leerder-interaksie (kyk 2.3.2). Wanneer die onderwyser die outoriteit in die klas is wat hom- of haarself slegs sien as kennisoordraer, sal daar nie sprake wees van dinamiese klasgesprekke nie. As die onderwyser, in teenstelling daarmee,

hom-/haarself sien as 'n fasiliteerder van kennis, sal daar baie sinvolle klasgesprekke plaasvind omdat leerders in beheer is van hulle eie leer.

Leerstrategieë (kyk 2.4) kan gesien word as die metodes wat leerders gebruik om nuwe inligting (kennis) hul eie te maak. Die onderwyser behoort te weet watter leerstrategieë aan die leerders onderrig moet word ten einde betekenisvolle leer moontlik te maak. Daar is onderskei tussen verskillende leerstrategieë, naamlik kognitiewe, probleemoplossingstrategieë (wat deel uitmaak van kognitiewe leerstrategieë), metakognitiewe, organisatoriese en affektiewe leerstrategieë.

Onderrigstrategieë sluit 'n plan van aksie in om kennis aan die leerders oor te dra of te fasiliteer (kyk 2.5). Deduktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.1) is tradisioneel van aard, waarvolgens die onderwyser kennis aan leerders oordra deur "talk and chalk". Daar word gefokus op memorisering, herhaling en inoefening. Die leerders is dus passiewe ontvangers van inligting en is nie aktief deel van die leerproses nie. Induktiewe onderrigstrategieë (kyk 2.5.2), daarenteen, is dinamies en hervormd van aard. Dit is leerder-gesentreerd en kan die volgende strategieë insluit in die onderrig van meetkunde: koöperatiewe leer, begeleide ontdekking en die ondersoekende werkswyse. Die leerders is aktief deel van die leerproses. Wiskundetake (kyk 2.6) weerspieël die tipe onderrigstrategie, hetsy deduktief of induktief (kyk 2.5).

Die eerste navorsingsdoelwit, naamlik om te wete te kom wat onder klaskamerpraktyk verstaan word, is dus deur hoofstuk 2 bereik.

6.3.1.2 Watter oortuigings wiskunde-onderwysers ten opsigte van die onderrig en leer van meetkunde het

Wiskunde-onderwysers se oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde (meetkunde) is in hoofstuk 3 aan die hand van literatuur bespreek.

Daar is tussen drie soorte oortuigings ten opsigte van wiskunde onderskei, naamlik die instrumentalistiese oortuiging, platonistiese oortuiging en 'n oortuiging wat klem lê op die probleemoplossende aanbieding van wiskunde (kyk 3.2). Instrumentalistiese en platonistiese oortuigings is tradisioneel van aard in die sin dat die onderwyser wiskunde sien as 'n abstrakte vak wat uit 'n versameling van feite, formules en

algoritmes bestaan. Onderwysers wat hierdie oortuigings handhaaf, sal hulself sien as kennisoordraers en behavioristiese en kognitiewe benaderings tot leer ondersteun (kyk 2.2). Onderwysers met 'n probleemoplossende oortuiging in verband met die aard, leer en onderrig van wiskunde, sien wiskunde as 'n dinamiese, voortdurend-veranderende vak. Hulle sal op probleemoplossing fokus en leerders toelaat om aktief deel te wees van die sinmaak van die wiskunde wat onderrig word.

Die tweede navorsingsdoelwit, naamlik om te weet watter oortuigings wiskunde-onderwysers ten opsigte van die onderrig en leer van meetkunde het, is deur die teoretiese bevindings in die eerste gedeelte van hoofstuk 3 (kyk 3.2) bereik.

6.3.1.3 Die soort kennis wat nodig is vir die onderrig van wiskunde, en meer spesifiek vir die onderrig van skoolmeetkunde.

Die derde navorsingsdoelwit is bereik deur die tweede gedeelte van hoofstuk 3 (kyk 3.3). Uit die literatuur is dit duidelik dat wiskunde-onderwysers oor gespesialiseerde kennis moet beskik wat vakinhoudelike kennis, pedagogiese inhoudskennis, kurrikulumkennis, kennis van die skop en bestuur van leeromgewings, die ontwikkeling van klaskamernorme, reflektering en die gebruik van tegnologie insluit.

Vakinhoudelike kennis (kyk 3.3.1) verwys na die diepgaande kennis wat wiskunde-onderwysers moet hê van die spesifieke wiskunde wat hul onderrig, die wiskunde wat alreeds onderrig is (voorkennis), sowel as die wiskunde wat hulle leerders in die toekoms gaan leer. Dit sluit ook 'n hoë vlak van prosedurele en konseptuele kennis van wiskunde in.

Pedagogiese inhoudskennis (kyk 3.3.2) is van kardinale belang in die onderrig van meetkunde. Dit het te doen met die kennis van wiskunde-onderwysers ten opsigte van hoe leerders wiskunde leer. In terme van meetkunde-onderrig is dit belangrik om melding te maak van die Van Hiele-denkvlakke van toepassing op die onderrig en leer van skoolmeetkunde, naamlik die visuele, beskrywende en teoretiese vlakke (kyk 3.3.2). Wiskunde-onderwysers behoort oor die nodige kennis te beskik om te verseker dat leerders suksesvol van 'n laer denkvlak na 'n hoër denkvlak kan vorder.

Kurrikulumkennis (kyk 3.3.3) is kennis van die wiskunde (meetkunde) wat onderrig moet word in elke graad, sowel as die beskikbare onderrigleermateriaal, soos byvoorbeeld rekenaarsagteware soos GeoGebra en Geometer's Sketchpad, wat die onderrig van meetkunde kan bevorder.

'n Wiskunde-onderwyser moet weet hoe om 'n produktiewe leeromgewing (kyk 3.3.4) te skep en te bestuur waarin leerders by betekenisvolle aktiwiteite betrokke kan wees. Die onderwyser moet verder kennis dra van die skep van klaskamernorme (kyk 3.3.5) om 'n leergemeenskap daar te stel waar leerders hulle oplossings kan verduidelik en regverdig. 'n Wiskunde-onderwyser behoort deurentyd te reflekteer (kyk 3.3.6) oor sy/haar onderrig om dit sodoende te verbeter. In vandag se snelgroeiende tegnologiese samelewing, behoort wiskunde-onderwysers op hoogte te bly met die gebruik van tegnologie (kyk 3.3.7), veral in die onderrig van meetkunde.

6.3.1.4 Tot watter mate wiskunde-onderwysers se oortuigings en kennis hulle klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig van meetkunde beïnvloed

Daar is 'n sterk verband tussen 'n wiskunde-onderwyser se oortuigings, kennis en klaskamerpraktyk (kyk 3.4). 'n Wiskunde-onderwyser se oortuigings en kennis kan as die dryfveer agter sy/haar klaskamerpraktyk gesien word. Wanneer 'n onderwyser oor deeglike kennis, soos hierbo vermeld, beskik en probleemoplossende oortuigings in verband met die aard, leer en onderrig van wiskunde het, sal dit in sy/haar klaskamerpraktyk na vore kom in die sin dat leerders aktief betrokke sal wees in die sinmaak van meetkunde (kyk 2.2.1.3 en 2.3). Wanneer 'n onderwyser egter nie oor voldoende meetkundekennis beskik nie en ook verder platonistiese of instrumentalistiese oortuigings oor die aard, leer en onderrig van meetkunde het, sal hy/sy eerder 'n tradisionele klaskamerpraktyk handhaaf.

Wanneer wiskunde-onderwysers oor vakinhoudelike kennis, pedagogiese inhoudskennis, kurrikulumkennis, kennis van die skep en bestuur van leeromgewings, die ontwikkeling van klaskamernorme, reflektering en die gebruik van tegnologie beskik, sal dit ook hulle oortuigings beïnvloed (kyk 3.4). Kennis en oortuigings kan nie van mekaar geskei word nie en het 'n invloed op die klaskamerpraktyk van onderwysers. Kennis en oortuigings beïnvloed gevolglik die

manier waarop die klaskamer tot 'n effektiewe leeromgewing omskep word, dit beïnvloed die klaskamerdiskoers, die gebruik van leer- en onderrigstrategieë, asook die opstel van wiskundetake. Onderwysers met tradisionele (instrumentalistiese en platonistiese) oortuigings is geneig om meer op die oordra van kennis te fokus (kyk 3.2.2 en 3.2.3) en sal produkgebaseerde onderrigmetodes in die onderrig van meetkunde volg (kyk 2.5.1). Daarteenoor sal onderwysers met hervormde (probleemgedrewe) oortuigings ten opsigte van meetkunde-onderrig en –leer (kyk 3.2.2 en 3.2.3), meer fokus op die leerders se wiskundedenke en dié onderwysers behoort oorwegend prosesgebaseerde onderrigmetodes te volg (kyk 2.5.2).

Die vierde navorsingsdoelwit, naamlik tot watter mate wiskunde-onderwysers se oortuigings en kennis hulle klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig van meetkunde beïnvloed, is dus deur die literatuur (hoofstukke 2 en 3) bereik.

6.3.2 Empiriese bevindings

6.3.2.1 Die oortuigings van die deelnemers ten opsigte van die aard, onderrig en leer van meetkunde

Meer as die helfte (55%) van al die deelnemers het platonistiese oortuigings (kyk 5.3.5) ten opsigte van die aard, leer en onderrig van wiskunde ten toon gestel, terwyl die res (45%) probleemgedrewe oortuigings (kyk 5.3.5) gehandhaaf het, ongeag die jare onderwysondervinding. Die resultate het dus getoon dat daar feitlik geen verskil tussen die ervare en minder ervare wiskundeonderwysers bestaan ten opsigte van hulle oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde nie.

6.3.2.2 Die soort kennis wat volgens die deelnemers nodig is vir die onderrig van meetkunde

Al die deelnemers het dit eens dat 'n onderwyser oor voldoende vakinhoudelike en kurrikulumkennis moet beskik om van sy/haar meetkunde-onderrig 'n sukses te maak (kyk 5.3). Pedagogiese inhoudskennis en kennis oor die skep van 'n gunstige leeromgewing is ook, volgens die meeste deelnemers aan hierdie studie, baie belangrik in die onderrig van meetkunde. Daar is egter nie deur een van die deelnemers melding gemaak van die Van Hiele-denkvlakke nie. Die helfte van die deelnemers was van mening dat kennis van tegnologie toenemend belangrik word in

die onderrig van meetkunde. Die gebruik van tegnologie in die onderrig en leer van meetkunde kan daartoe bydra dat onderwysers se sienings ten opsigte daarvan sodanig verander dat meetkunde-onderrig meer toeganklik word vir leerders (Van Voorst, 2000:1). Alhoewel die minderheid van die deelnemers kennis van die ontwikkeling van klaskamernorme gehad het, het hulle tog refleksie as belangrik beskou in die onderrig van meetkunde (kyk 5.3.5 en 5.4).

6.3.2.3 Die klaskamerpraktyk van die deelnemers

Die meerderheid van die deelnemers is van die oortuiging dat meetkunde op die mees effektiewe wyse onderrig word deur middel van deduktiewe onderrigmetodes (kyk Figure 5.3 en 5.4). Leerders is die passiewe ontvangers van kennis en daar is nie sprake van dinamiese klaskamergesprekke nie. Daar is 'n gebrek aan die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing waarin interaksies tussen onderwyser en leerders plaasvind. Herhaling, inoefening en drillwerk is volgens hulle die effektiefste wyse om meetkunde te leer (behavioristiese benadering tot leer). Die deelnemers fokus hoofsaaklik op die gebruik van kognitiewe, affektiewe en organisatoriese leerstrategieë. Hierdie deelnemers openbaar dus tradisionele klaskamerpraktyke (kyk Figure 5.3 en 5.4).

Die minderheid van die deelnemers het hervormde klaskamerpraktyke ten toon gestel (kyk Figure 5.3 en 5.4). Hierdie deelnemers laat die leerders toe om aktief deel te neem aan klaskamergesprekke en die onderrig is leerdergesentreerd. Deur die skep van 'n gunstige sosiale leeromgewing vind interaksie tussen hulle en die leerders plaas. Dit het duidelik na vore gekom dat hierdie deelnemers 'n konstruktivistiese benadering tot leer ondersteun. Verder het hulle op die gebruik van kognitiewe (met die klem op probleemoplossingstrategieë), metakognitiewe, affektiewe en organisatoriese leerstrategieë gefokus.

6.3.2.4 Tot watter mate die deelnemers se oortuigings en kennis hulle klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig van meetkunde beïnvloed

Die ondersoek het getoon dat daar 'n sterk verband is tussen die deelnemers se oortuigings ten opsigte van wiskunde en hulle klaskamerpraktyk in die onderrig van meetkunde (kyk 5.3.5). Hierdie bevindings stem ooreen met Boz (2008:70) se bewering dat onderwysers se oortuigings ten opsigte van wiskunde 'n kritieke

bepalende faktor is in hulle klaskamerpraktyk. Dit beïnvloed onderwysers se gebruik van spesifieke onderrigstrategieë, die soort leeromgewing wat hulle skep, die bevordering van die gebruik van spesifieke leerstrategieë by leerders, die klaskamerdiskoers en die tipe wiskundetake wat hulle opstel.

Die deelnemers met platonistiese oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde, se klaskamerpraktyk was meer tradisioneel van aard (kyk 5.3 en 5.4). Vir hierdie onderwysers word meetkunde effektief onderrig deur middel van deduktiewe onderrigstrategieë. Nadat die nuwe werk verduidelik is, moet die leerders dit inoefen en dit hulle eie maak deur baie voorbeelde te doen (behavioristiese benadering tot leer). Daar is dus nie sprake van baie klasbeprekinge nie en die klaskamerdiskoers is beperk tot die onderwyser wat vrae vra en die leerders wat die korrekte antwoorde op die vrae moet gee.

Die deelnemers met probleemgedrewe oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde se klaskamerpraktyk was meer hervormd van aard (kyk 5.3 en 5.4). Meetkunde word volgens hierdie onderwysers effektief onderrig deur van induktiewe onderrigstrategieë gebruik te maak. Die deelnemers het selfontdekking, ondersoek en begeleide ondersoek gebruik om meetkunde te onderrig. Leerders het die vrymoedigheid gehad om in die groepe waarvan hulle deel was, vrae te vra en van mekaar te leer. Klasbesprekings tussen die onderwyser en leerders en tussen die leerders onderling, is 'n bewys dat 'n effektiewe leeromgewing geskep word. Al die deelnemers het, nadat die betrokke meetkundekennis deur leerders ontdek is óf onderrig is, deduktief te werk gegaan deurdat die leerders baie oefeninge gedoen het om dit "in te oefen". Dit wil voorkom asof die deelnemers sterk op die gebruik van tradisionele onderrigstrategieë steun.

6.4 Gevolgtrekkings

Die teoretiese sowel as die empiriese bevindings het getoon dat daar 'n duidelike verband bestaan tussen wiskunde-onderwysers se oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde, asook kennis waaroor onderwysers behoort te beskik, en hulle klaskamerpraktyke in die onderrig van meetkunde. Dit wil voorkom asof onderwysers met instrumentalistiese of platonistiese oortuigings oor wiskunde 'n

tradisionele klaskamerpraktyk beoefen. Onderwysers met probleemgedrewe oortuigings in verband met wiskunde sal weer 'n hervormde klaskamerpraktyk hê.

Dit het egter ook uit die empiriese bevindings na vore gekom dat, alhoewel onderwysers met probleemgedrewe oortuigings oor wiskunde meestal 'n hervormde klaskamerpraktyk handhaaf, hulle egter almal weer na tradisionele klaskamerpraktyke terugkeer wanneer hulle swig onder tydsdruk. Dit is veral in die onderrig van meetkunde die geval. Die meetkunde-urrikulum is van só aard dat daar 'n groot hoeveelheid meetkunde in 'n kort tyd onderrig moet word, wat daartoe lei dat onderwysers terugval op 'n meer tradisionele wyse van onderrig. Alhoewel meetkundelesse op 'n induktiewe wyse aangebied word, word daar nogtans baie klem gelê op die indril en inoefening van meetkunde-probleme. Groepwerk en ander alternatiewe onderrigmetodes is nie altyd uitvoerbaar as daar tussen 40 en 50 leerders per klasgroep is nie.

6.5 Tekortkomings van die studie

Hoewel ek waardevolle inligting deur middel van die vraelyste, onderhoude en meetkundeboeke van leerders ingewin het, meen ek dat klaswaarnemings ook waardevol sou wees. Dit sou net vir my beter kon bevestig wat werklik in die deelnemers se meetkunde-klasse gebeur en dit sou ook help om die geldigheid en betroubaarheid (kyk 4.3) van die studie te verhoog.

Ek sou verder ook meer inligting aangaande die deelnemers se kennis wou inwin. Ek het besef dat die grense tussen die kategoriserings van kennis baie vaag is, so ook die grense tussen kennis en oortuigings.

Nog 'n tekortkoming was dat ek eerder op twee tot vier deelnemers met verskillende oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde se klaskamerpraktyk moes fokus, eerder as op twintig deelnemers. Dit sou dan vir my moontlik wees om klaswaarnemings te doen.

6.6 Aanbevelings

Daar is in hierdie studie bevind dat die kennis en oortuigings rakende die aard, onderrig en leer van wiskunde onderwysers se klaskamerpraktyke beïnvloed.

Onderwysers behoort nie in isolasie te werk nie, maar behoort deel te vorm van leergemeenskappe. Dit is belangrik dat onderwysers saamwerk en idees uitruil om sodoende die gebruik van verskillende klaskamerpraktyke teen mekaar op te weeg. Verdere navorsing behoort gedoen te word oor hoe ervare of onervare onderwysers se oortuigings en kennis ten opsigte van meetkunde verander/verbeter kan word sodat hulle klaskamerpraktyke dien -ooreenkomstig kan verander/verbeter.

'n Onderwyser se klaskamerpraktyk is veronderstel om die tipe oortuigings wat hy/sy in verband met wiskunde het, te weerspieël (Zakaria & Maat, 2012:193). Wanneer 'n onderwyser gereeld oor sy/haar klaskamerpraktyk reflekteer, kan dit 'n effektiewe wyse wees waarvolgens sy/haar oortuigings verander kan word. Toekomstige navorsing behoort te fokus op die invloed van onderwys-opleidingsprogramme op onderwysers se oortuigings oor wiskunde en hulle klaskamerpraktyke. Daar rus 'n groot verantwoordelikheid op die skouers van tersiêre instellings om onderwysopleiding te hervorm deur 'n teorie vir die praktyk daar te stel wat aandag gee aan die inhoud en pedagogie en terselfdertyd onderwysers op te lei as reflekerende, probleemoplossende mense.

6.7 Slotwoord

In hierdie studie is die verband tussen wiskunde-onderwysers se oortuigings oor die aard, leer en onderrig van wiskunde, hulle kennis en klaskamerpraktyke in die onderrig van meetkunde ondersoek. Deurgaans is bevind dat 'n wiskunde-onderwyser se oortuigings en kennis hulle klaskamerpraktyk in die onderrig van Euklidiese meetkunde beïnvloed.

Die hoop word uitgespreek dat hierdie studie 'n bydrae sal lewer om meer effektiewe meetkunde-onderrig in die sekondêre skole in Suid-Afrika te bewerkstellig.

BIBLIOGRAFIE

Adnan, M. & Zakaria, E. 2010. Exploring beliefs of pre-service mathematics teachers: a Malaysian perspective. *Asian social science*, 6(10):152-159.

Anthony, G. 2005. Effective learning strategies for mathematics education. http://ibrarian.net/navon/paper/Effective_learning_strategies_for_mathematics_edu.pdf?paperid=4813742 Datum van gebruik: 12 Junie 2015.

Anthony, G. & Walshaw, M. 2009. Characteristics of effective teaching of mathematics: a view from the West. *Journal of mathematics education*, 2(2):147-164.

Artzt, A.F., Armour-Thomas, E. & Curcio, F.R. 2008. Becoming a reflective mathematics teacher: a guide for observations and self-assessment. New York: Erlbaum. 234 p.

Atebe, H.U. 2008. Students' Van Hiele levels of geometric thought and conception in plane geometry: a collective case study of Nigeria and South Africa. Grahamstown: Rhodes University. (Thesis - PhD.)

Atebe, H.U. & Schäfer, M. 2008. As soon as the four sides are equal, then the angles must be 90° each: children's misconceptions in geometry. *African journal of research in mathematics, science and technology education*, 12(2):47-66.

Babineau, K.A. 2010. Supporting students in the language and language of math. www.facebook.com/note.php?note_id=144885942237041 Datum van gebruik: 15 Mei 2015.

Ball, D.L. & Bass, H. 2000. Interweaving content and pedagogy in teaching and learning to teach: knowing and using mathematics. (In Boaler, J., ed. Multiple perspectives on mathematics teaching and learning. Westport, Conn.: Ablex Publishing. p. 83-104.)

- Bennie, K. & Newstead, K. 1999. Obstacles to implementing a new curriculum. (*In* Smit, M.J. & Jordaan, A.S., eds. *Proceedings of the National Subject Didactics Symposium*. Stellenbosch: University of Stellenbosch. p. 150-157.)
- Bialobrzeska, M. & Cohen, S. 2005. *Managing ICTs in South African schools: a guide for school principals*. Braamfontein: South African Institute for Distance Education (SAIDE). 136 p.
- Bishaw, A. 2010. Teacher's beliefs and actual practice of problem solving approach in teaching mathematics (with particular reference to grade 9 and 10 in West Gojjam). *Ethiopian journal of education and science*, 6(1):73-87.
- Bitsch, V. 2005. Qualitative research: a grounded theory example and evaluation criteria. *Journal of agribusiness*, 23(1):75-91.
- Bleeker, C., Stols, G. & Van Putten, S. 2013. The relationship between teachers' instructional practices and their learners' level of geometrical thinking. *Perspectives in education*, 31(3):66-78.
- Borich, G.D. 2011. *Effective teaching methods: research-based practice*. Boston, Mass.: Pearson/Allyn & Bacon.
- Bowie, L. 2009. What is Mathematics Paper 3 for? Hamsa Venkat Marang Centre for Mathematics and Science Education. *Marang news*, 5, June.
- Boz, N. 2008. Turkish pre-service mathematics teachers' beliefs about mathematics teaching. *Australian journal of teacher education*, 33:66-80.
- Brodie, K. 2007. Dialogue in mathematics classrooms: beyond question-and-answer methods. *Pythagoras*, 66:3-13.
- Bryman, A. 2004. *Social research methods*. 2nd ed. New York: Oxford University Press.

Cangelosi, J.S. 1996. Teaching mathematics in secondary and middle school. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Chinn, C. & Chinn, L. 2009. Cognitive learning strategies. http://www.education.com/reference/article/cognitive_strategies/ Datum van gebruik: 20 Desember 2014.

Clements, D. & Battista, M. 2003. Geometry and special reasoning. (*In* Grouws, D.A., *ed.* Handbook of research on mathematics teaching and learning. New York. Macmillan. p. 420-464.)

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. 2001. Research methods in education. 5th ed. London: Routledge Falmer.

Cooney, T.J. & Wiegel, H.G. 2003. Examining the mathematics in mathematics teacher education. (*In* Bishop, A.J., Clements, M.A., Keitel, C., Kilpatrick, J. & Lueng, F.K.S., *eds.* Second international handbook of mathematics education, v. 1 & 2. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic. p. 795-828.)

Creswell, J.W. 2009. Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches. Los Angeles, Calif.: Sage.

Crowley, M.L. 1987. The Van Hiele model of development of geometry thought. (*In* Lindquist, L.M., *ed.* Learning and teaching geometry, K-12: 1987 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics. Reston, Va.: Council of Teachers of Mathematics. p. 1-16.)

Da Ponte, J.P. & Chapman, O. 2008. Preservice mathematics teachers' knowledge and development. (*In* English, L., *ed.* Handbook of international research in mathematics education. 2nd ed. London: Routledge. p. 223-261.)

Davin, R.J. & Van Staden, C.J.S. 2005. The reception year: learning through play. 2nd ed. Johannesburg: Heinemann.

Davis, H.A., Summers, J.J. & Miller, L.M. 2012. An interpersonal approach to classroom management: strategies for improving student engagement. Thousand Oaks, Calif.: Corwin Press

Denzin, N. & Lincoln, Y. 2005. Handbook of qualitative research. 3rd ed. Thousand Oaks, Calif.: Sage.

Doyle, W. 1988. Work in mathematics classes: the context of students' thinking during instruction. *Educational psychologist*, 23(2):167-180.

Driscoll, M.P. 2005. Psychology of learning for instruction. London: Pearson.

Du Toit, S. & Kotze, G. 2009. Metacognitive strategies in the teaching and learning of mathematics. *Pythagoras*, 70:57-67.

Ellis, M.W. & Berry, R.Q. 2005. The paradigm shift in mathematics education: explanations and implications of reforming conceptions of teaching and learning. *Mathematics educator*, 15(1):7-17.

Englert, C.S., Tarrant, K.L. & Mariage, T.V. 1992. Defining and redefining instructional practice in special education: perspectives on good teaching. *Teacher education and special education*, 15(2):62-86.

Ernest, P. 1989a. The impact of beliefs on the teaching of mathematics. (In Ernest, P., ed. Mathematical teaching: the state of the art. New York: Falmer. p. 249-254.)

Ernest, P. 1989b. The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: a model. *Journal of education for teaching*, 15:13-34.

Ernest, P. 1991. Mathematics teacher education and quality. *Assessment and evaluation in higher education*, 16(1):56-65.

Even, R. & Tirosh, D. 2008. Teachers knowledge and understanding of students' mathematical learning. (In English, L., ed. Handbook of international research in mathematics education. 2nd ed. London: Routledge. p. 202-222.)

Fennema, E. & Franke, M.L. 1992. Teachers' knowledge and its impact. (*In* Grouws, D.A., ed. Handbook of research on mathematics teaching and learning. New York: Macmillan/NCTM. p. 147-164.)

Flahive, M.E. 2009. Guided group discovery in a discrete mathematics course for mathematics majors. Cambridge: Cambridge University Press.

Ford, M.I. 1994. Teacher's beliefs about mathematical problem solving in the elementary school. *School science and mathematics*, 94(6):314-322.

Fox, R.S. 1974. School climate improvement: a challenge to the school administrator. [Bloomington, Ind.]: Phi Delta Kappan.

Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E. 2008. How to design and evaluate research in education. New York: McGraw-Hill.

Franke, M.L., Kazemi, E. & Battey, D. 2007. Mathematics teaching and classroom practice. (*In* Lester, F.K., Jr., ed. Second handbook of research on mathematics teaching and learning. Charlotte, N.C.: Information Age Publishing. p. 225-256.)

Garofalo, J., Drier, H., Harper, S., Timmerman, M.A. & Shockey, T. 2000. Promoting appropriate uses of technology in mathematics teacher preparation. *Contemporary issues in technology and teacher education*, 1(1):39-60.

Gerace, W.J. 1992. Contributions from cognitive research to mathematics and science education. (Paper presented at the Workshop on Research in Science and Mathematics Education, Cathedral Peak, South Africa, 20-24 January 1992.)

Glassman, W. & Hadad, M. 2009. Approaches to psychology. 5th ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.

Goldin, G., Rösken, B. & Törner, G. 2009. Beliefs: no longer a hidden variable in mathematical teaching and learning processes. (*In* Maass, J. & Schlöglmann, W., eds. Beliefs and attitudes in mathematics education: new research results. Rotterdam: Sense Publishers. p. 1-14.)

Goos, M. & Bennison, A. 2004. Teachers' use of technology in secondary school mathematics classrooms. (Paper presented at the Annual Conference of the Australian Association for Research in Education, Melbourne, 28 November - 2 December 2004. 15 p.)

Guglielmino, L., Gray, E., Le Arvary, K., Asen, J., Goldstein, D., Kamin, F., Nicoll, N., Shellabarger, K. & Snowberger, D. 2009. Self-directed learners change our world: SDL as a force for innovation, discovery, and social change. *International journal of self-directed learning*, 6:11-30.

Gutiérrez, A., Jaime, A. & Fortuny, J.M. 1991. An alternative paradigm to evaluate the acquisition of the Van Hiele levels. *Journal for research in mathematics education*, 22(3):237-252.

Handal, B. 2013. Teachers' mathematical beliefs: a review. *Mathematics educator*, 13(2):47-57.

Hiebert, J. & Grouws, D.A. 2007. The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. (In Lester, F.K., ed. Second handbook of research on mathematics teaching and learning. Charlotte, N.C.: Information Age Publishing. p. 371-404.)

Hiebert, J. & Lefevre, P. 1986. Conceptual and procedural knowledge in mathematics: an introductory analysis. (In Hiebert, J., ed. Conceptual and procedural knowledge: the case of mathematics. London: Erlbaum. p. 1-127.)

Hill, H.C., Ball, D.L. & Schilling, S.G. 2008. Unpacking pedagogical content knowledge: conceptualizing and measuring teacher's topic specific knowledge of students. *Journal for research in mathematics education*, 39(4):372-400.

Hollabaugh, J. 2011. Teach like a champion: 49 techniques that put students on the path to college, Doug Lemov. *International journal of instruction*, 4(1):121-124.

Houser, R. 2009. Counseling and educational research: evaluation and application. 2nd ed. Thousand Oaks, Calif.: Sage.

Hsieh, H.F. & Shannon, S.E. 2005. Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9):1277-1288.

Ivankova, N., Creswell, J.W. & Clark, V.L. 2007. Foundations and approaches to mixed methods research. (In Maree, K., ed. First steps in research. 2nd ed. Pretoria: Van Schaik Publishers. p. 253-282.)

James, N. 1990. Investigative approaches to the learning and teaching of mathematics. *Pythagoras*, 24:11-16.

Jones, K. 2002. Issues in the teaching and learning of geometry. (In Haggarty, L., ed. Aspects of teaching secondary mathematics: perspectives on practice. London: RoutledgeFalmer. p. 121-139.)

Kilpatrick, J. 2001. Understanding mathematical literacy: the contribution of research. *Educational studies in mathematics*, 47(1):101-116.

Kimmins, D. & Bouldin, E. 1996. Making mathematics come alive with technology. (Paper presented at the Seventh Annual Conference on College Teaching and Learning, Jacksonville, Florida.) <http://frank.mtsu.edu/~itconf/papers96/kimmins.html>
Datum van gebruik: 11 Junie 2014.

Koehler, M.S. & Grouws, D.A. 1992. Mathematics teaching practices and their effects. (In Grouws, D.A., ed. Handbook of research on mathematics teaching and learning. New York: Macmillan. p. 115-125.)

Koellner, K., Jacobs, J., Borko, H., Schneider, C., Pittman, M. & Eiteljorg, E. 2007. The problem-solving cycle: a model to support the development of teachers' professional knowledge. *Mathematical thinking and learning*, 9(3):273-303.

Lampert, M. 1990. When the problem is not the question and the solution is not the answer. *American education research journal*, 27:29-63.

Le Grange, L. 2000. Is qualitative research a meaningful term for describing the cross-fertilisation of ideas which characterises contemporary educational research? *South African journal of education*, 20(3):192-195.

Liljedahl, P. 2008. Teachers' beliefs as teachers' knowledge. (Symposium on the Occasion of the 100th Anniversary of ICMI, Rome.) <http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/ALL/Papers/LILJED.pdf>. Datum van gebruik: 16 Augustus 2013.

Lincoln, Y.S. 1995. Emerging criteria for quality in qualitative and interpretive research. *Qualitative inquiry*, 1:275-289.

Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. 1985. Naturalistic inquiry. Newbury Park, Calif.: Sage. 416 p.

Lueng, F.K.S., Laborde, C., Lingefjörd, T., Rojana, T. & Roshelle, J. 2004. Information and communication technology in mathematics education. (The 10th International Congress on Mathematical Education (ICME-10), July 4 - 11, 2004.) <http://hub.hku.hk/handle/10722/1096444> Datum van gebruik: 21 Maart 2013.

Mahaye, T. & Jacobs, M. 2006. Teaching methods. (In Jacobs, M., Vakalisa, N. & Gawe, N. Teaching-learning dynamics: a participative approach for OBE. 3rd ed. Sandown: Heinemann Publishers.

Manouchehri, A. & Enderson, M.C. 2003. The utility of case study methodology in mathematics teacher preparation. *Teacher education quarterly*, 30(1):113-135.

Maree, M. & Pietersen, J. 2007. Planning a research proposal. (In Maree, K., ed. First steps in research. 2nd ed. Pretoria: Van Schaik Publishers. p. 23-45.)

Maree, M. & Van der Westhuizen, C. 2007. Surveys and the use of questionnaires. (In Maree, K., ed. First steps in research. 2nd ed. Pretoria: Van Schaik Publishers. p. 154-170.)

Mayberry, J. 1983. The Van Hiele levels of geometric thought in undergraduate preservice teachers. *Journal for research in mathematics education*, 14(1):58-69.

Mayring, P. 2000. Qualitative content analysis. <http://qualitative-research.net/fqs/fqs-e/2-00inhalt-e.htm>. Datum van gebruik: 30 Maart 2015.

Merriam, S.B. 2002. Qualitative research in practice: examples for discussion and analysis. San Francisco, Calif.: Jossey-Bass.

Merriam, S.B. 2009. Qualitative research: a guide to design and implementation. San Francisco, Calif.: Jossey-Bass.

Miller, C.K. & Peterson, R.L. 1997. Creating a positive climate: cooperative learning. Safe and responsive schools. http://www.indiana.edu/~safeschl/cooperative_learning.pdf. Datum van gebruik: 9 September 2011.

Nieuwenhuis, J. 2007. Introducing qualitative research. (In Maree, K., ed. First steps in research. 2nd ed. Pretoria: Van Schaik Publishers. p. 46-68.)

Nieuwoudt, H.D. 2006. Approaches to the teaching and learning of mathematics. Potchefstroom: Keurkopie. 55 p.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development.) 2010. Mathematics teaching and learning strategies in PISA. Paris: OECD.

Ollerton, M. 2009. The mathematics teacher's handbook. New York: Continuum. 188 p.

Parkinson, G. & Drislane, R. 2011. Qualitative research. (In Online Dictionary of the Social Sciences.) <http://bitbucket.icaap.org/dict.pl> Datum van gebruik: 2 April 2014.

Peralta, A., Goodrich, M. & Raju, N. 2012. Duke student government undergraduate intellectual climate committee report.

Philipp, R.A. 2007. Mathematics teachers' beliefs and affect. (*In* Lester, F.K., Jr., ed. Second handbook of research on mathematics teaching and learning. Charlotte, N.C.: Information Age Publishing. p. 257-315.)

Piaget, J. & Inhelder, B. 1956. The child's conception of space. London: Routledge & Kegan Paul.

Plotz, M. 2007. Criteria for effective mathematics teacher education with regard to mathematical content knowledge for teaching and learning. Potchefstroom: North-West University. (Thesis - PhD.)

Polya, G. 1957. How to solve it: a new aspect of mathematical method. 2nd ed. Princeton, N.J.: Princeton University Press. .

Presmeg, N. 2007. The role of culture in teaching and learning mathematics. (*In* Grouws, D.A. Second handbook of research on mathematics teaching and learning: a project of the National Council of Teachers (NCTM). New York: MacMillan. p. 435-453.)

Pretorius, C.Z.S. 1989. Die daarstelling van 'n effektiewe leerklimaat as onderwyskundige vaardigheid. Johannesburg: Randse Afrikaanse Universiteit. (Skripsie - MEd.) 118 p.

Rachal, K.C., Diagle, S. & Rachal, W.S. 2007. Learning problems by college students: are they using learning strategies? *Journal of instructional psychology*, 34(4):191-199.

Rosenshine, B. 2008. Five meanings of direct instruction. Lincoln, Ill.: Center on Innovation & Improvement. <http://www.centerii.org> Datum van gebruik: 31 Mei 2015.

Roux, A. 2009. 'n Model vir die konseptuele leer van wiskunde in 'n dinamiese tegnologiese-verrykte omgewing by voorgraadse wiskunde-onderwysstudente. Potchefstroom: Noordwes-Universiteit. (Proefskrif - PhD.)

Rudd, L.C., Lambert, M.C., Satterwhite, M. & Zaier, A. 2008. Mathematical language in early childhood settings: what really counts? *Early childhood education journal*, 36:75-80.

Safford, J., Jones, G. & Thorton, C. 1997. Increased knowledge in geometry and instructional practice. *Journal for research in mathematics education*, 28:467-483.

Sawada, D., Piburn, M., Judson, E., Turley, J., Falconer, K., Benford, R. & Bloom, I. 2002. Measuring reform practices in science and mathematics classrooms: the reformed teaching observation protocol. *School science and mathematics*, 102(6):245-253.

Schoenfeld, A.H. 2005. Problem solving from cradle to grave. (Paper presented at the Symposium "Mathematical Learning from Early Childhood to Adulthood", Belgium, 7 - 9 July 2005.)

Schoenfeld, A.H. & Kilpatrick, J. 2008. Towards a theory of proficiency in teaching mathematics. (In Tirosh, D. & Wood, T., eds. International handbook of mathematics teacher education, v. 2: Tools and processes in mathematics teacher education. Rotterdam: Sense Publications. p. 321-354.)

Shuell, T. 2013. Theories of learning. <http://www.education.com/pdf/theories-of-learning/> Datum van gebruik: 20 Mei 2015.

Shulman, L.S. 1987. Knowledge and teaching: foundation of the new reform. *Harvard educational review*, 57:1-22.

Slavin, R.E. 2011. Instruction based on cooperative learning. (In Mayer, R.E. & Alexander, P.A., eds. Handbook of research on learning and instruction. New York: Routledge. p. 344-359.)

Smart, J.B. & Marshall, J.C. 2012. interactions between classroom discourse, teacher questioning, and student cognitive engagement in middle school science. *Journal of science teacher education*, 24(2):249-267.

South Africa. Department of Basic Education. 2011a. Curriculum and assessment policy statement grades R - 3: Mathematics. Pretoria: Government Printer.

South Africa. Department of Basic Education. 2011b. Curriculum and assessment policy statement grades 4 - 6: Mathematics. Pretoria: Government Printer.

South Africa. Department of Basic Education. 2011c. Curriculum and assessment policy statement grades 7 - 9: Mathematics. Pretoria: Government Printer.

South Africa. Department of Basic Education. 2011d. Curriculum and assessment policy statement grades 10 - 12: Mathematics. Pretoria: Government Printer.

South Africa. Department of Basic Education. 2012. National protocol for assessment grades R - 12. Pretoria: Government Printer.

South Africa. Department of Education. 2008. National curriculum statement: grades 10 - 12: Mathematics subject assessment guidelines. Pretoria: Government Printer.

South Africa. Department of Higher Education and Training. 2012. National Certificates (Vocational) assessment guidelines: Mathematics NQF Level 3. Pretoria: Government Printer.

Stein, M.K., Engle, R.A., Smith, M.S. & Hughes, E.K. 2008. Orchestrating productive mathematical discussions: five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical thinking and learning*, 10:313-340.

Stein, M.K., Grover, B.W. & Henningsen, M. 1996. Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: an analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American educational research journal*, 33(2):455-488.

Stipek, D.J., Givvin, K.B., Salmon, J.M. & MacGyvers, V.L. 2001. Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teacher and teacher education*, 17:213-226.

Stols, G. & Kriek, J. 2011. Why don't all maths teachers use dynamic geometry software in their classrooms? *Australasian journal of educational technology*, 27(1):137-151.

Stols, G. 2013. An investigation into the opportunity to learn that is available to grade 12 mathematics learners. *South African journal of education*, 33(1):1-18.

Su Kwang, T. 2002. An investigative approach to mathematics teaching and learning. *Mathematics educator*, 6(2):32-46.

Sullivan, P. & Mousley, J. 2001. Thinking teaching: seeing mathematics teachers as active decision makers. (In Lin, F-L, & Cooney, T.J., eds. *making sense of mathematics teacher education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p. 147-163.)

Taylor, N. 2008. What's wrong with our schools and how can we fix them? (Paper presented at the CSR in Education Conference, Tsiba Education, Cape Town.)

Teddlie, C. & Yu, F. 2007. Mixed methods sampling. *Journal of mixed methods research*, 1(1):77-100.

Teppo, A. 1991. Van Hiele levels of geometric thought revisited. *Mathematics teacher*, 84(3):210-221.

Terwel, J. 2011. Cooperative learning and mathematics education: a happy marriage? (Paper presented at the OECD/France Workshop Education for Innovation: the role of Arts and STEM Education. Paris, 23-24 May 2011.)

Thirteen Ed Online. 2004. Constructivism as a paradigm for teaching and learning. <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/constructivism/index.html> Datum van gebruik: 1 Junie 2015.

Usiskin, Z. 1982. Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry. (Final report of the cognitive development and achievement in secondary school geometry project. Chicago, Ill.)

Van der Sandt, S. & Nieuwoudt, H.D. 2003. Grade 7 teachers' and prospective teachers' content knowledge of geometry. *South African journal of education*, 23(3):99-205.

Van der Walle, J.A., Karp, K.S. & Bay-Williams, J.M. 2010. Elementary and middle school mathematics: teaching developmentally. 7th ed. Boston, Mass.: Allyn & Bacon.

Van Hiele, P.M. 1996. Lecture notes, South African visit 1996. Pretoria: UNISA

Van Putten, S., Howie, S. & Stols, G. 2010. Making Euclidean geometry compulsory: are we prepared? *Perspectives in education*, 28(4):22-31.

Van Voorst, C. 2000. Technology in mathematics teacher education. ICTE Educational Technology Resource Library. http://www.ictelibrary.org/t99_library/t99_54.pdf
Datum van gebruik: 20 Maart 2013.

Vreken, N.J. & Drinkwater, M. 1997. Mikro-onderrig: studiegids en werkboek vir onderwysstudente. Potchefstroom: Keurkopie.

Wadsworth, L.M., Husman, J., Duggan, M.A. & Pennington, M.N. 2007. Online mathematics achievement: effects of learning strategies and self-efficacy. *Journal of developmental education*, 30(3):6-14.

Watson, A. & Barton, B. 2011. Teaching mathematics as the contextual application of mathematical modes of enquiry. *Mathematics knowledge in teaching: mathematics education library*, 50:65-82.

Web, N., Franke, M., Tondra, D., Chan, A., Freund, D., Shein, P. & Melkonian, D. 2009. Explain to your partner: teachers' instructional practices and students' dialogue in small groups. *Cambridge journal of education*, 39(1):49-70.

Wilson, O.L. 2015. Three domains of learning: the second principle - cognitive, affective, psychomotor. <http://thesecondprinciple.com/instructional-design/three-domainsoflearning/> Datum van gebruik: 12 Junie 2015.

Wood, T. 1998. Alternate patterns of communication in mathematics classes: funnelling or focusing? (In Steinburg, H., Bussi, M.G.B. & Sierpinska, A., eds. Language and communication in the mathematics classroom. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics. p. 167-178.)

Woolfolk, A. 2007. Educational psychology. 10th ed. Boston, Mass.: Allyn & Bacon.

Yackel, E. & Cobb, P. 1996. Sociomathematical norms, argumentation and autonomy in mathematics. *Journal for research in mathematics education*, 27:458-477.

Zakaria, E. & Maat, S.M. 2012. Mathematics teachers' beliefs and teaching practices. *Journal of mathematics and statistics*, 8(2):191-194.

Zemelman, S., Daniels, H. & Hyde, A. 2005. Today's standards for teaching and learning in America's schools. 3rd ed. Portsmouth, New Hampshire: Heinemann.

BYLAAG A:

Toestemmingsbrief van department



Province of the
EASTERN CAPE
EDUCATION

Port Elizabeth District

Ethel Valentine Building • Sutton Road • Sidwell • Port Elizabeth • Eastern Cape
Private Bag X3931 • North End • Port Elizabeth • REPUBLIC OF SOUTH AFRICA
Tel: +27 (0)41-4034400 • Fax: +27 (0)41-4510193 • Website: www.ecdoe.gov.za

Ms Anneke de Klerk
Researcher
c/o Study Leader
Dr S. Nieuwoudt
School of Natural Sciences and Technology for Education
North West University
Potchefstroom
email: susan.nieuwoudt@nwu.ac.za // annekedeklerk9@gmail.com

Dear Ms de Klerk

**REQUEST FOR PERMISSION TO CONDUCT RESEARCH IN DEPARTMENTAL
SCHOOLS: PORT ELIZABETH**

I refer to your letter received on 30 May 2014.

Permission is hereby granted for you to conduct your research on the following conditions:

1. Your research must be conducted on a voluntary basis.
2. All ethical issues relating to research must be honoured.
3. Your research is subject to the internal rules of the school, including its curricular programme and its code of conduct and must not interfere in the day-to-day routine of the school.

Kindly present a copy of this letter to the principal as proof of permission.

I wish you good luck in your research.

Yours faithfully

DR NYATHI NTSIKO
DISTRICT DIRECTOR: PORT ELIZABETH
/ab

02 June 2014

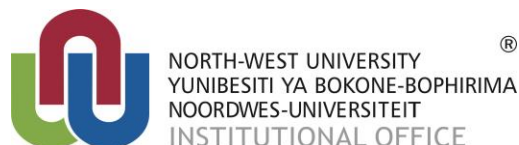
building blocks for growth



Ikamva eliqagambileyo!

BYLAAG B:

Voorbeeld van toestemmingsbrief aan hoofde van deelnemende skole



Privaatsak X6001, Potchefstroom
Suid-Afrika, 2520

Tel: 018 299-1111/2222
Web: <http://www.nwu.ac.za>

Skool vir Natuurwetenskap en Tegnologie vir Onderwys

Tel: 018 299 1912

Faks: 018 299 4238

E-pos: susan.nieuwoudt@nwu.ac.za

TOESTEMMING VIR NAVORSING

Geagte Skoolhoof

Ek, Mev. Anneke de Klerk, vra hiermee toestemming om my navorsing vir my Meesters-graad in Wiskunde onderwys by u skool te mag doen

My navorsing behels 'n ondersoek oor die invloed wat onderwysers se oortuigings en kennis ten opsigte van wiskunde op hul klaskamerpraktyk mag hê in terme van die onderrig van Euklidiese meetkunde in die VOO-fase.

Ek wil eerstens graag hê dat al u Graad 10 -12 wiskunde-onderwysers aan die studie moet deelneem. Dit behels die invul van 'n vraelys, wat ongeveer 'n uur sal neem om te voltooi. Ek sal self na u skool toe kom vir die administrering hiervan. Verder sal daar met een of meer van u onderwysers 'n onderhoud gevoer word, ten einde verdere inligting te versamel.

Die beste meetkunde werkboeke en/of lêers van Graad 10 -12 leerders, soos wat deur die spesifieke onderwysers gekies sal word, sal vervolgens ingesamel, gefotostateer en terugbesorg word. Die onderwysers se beplanning ten opsigte van Euklidiese meetkunde sal ook gefotostateer en terugbesorg word. Hierdie proses sal aan die einde van die derde kwartaal (2014) gedoen word. Ek gaan hier van die veronderstelling uit dat die beste boeke en/of lêers, soos deur die onderwyser geselekteer sal word, al die klaswerk- en huiswerk-aktiwiteite, toetse, eksamens en ander assesseringstake sal bevat wat die onderwyser aan haar/sy leerders gegee het. Die inligting wat só ingesamel sal word, is veronderstel om die vlak van kognitiewe eise wat onderwyses aan leerders stel, onderwysers se onderrigstrategieë, gebruik van tegnologie, ensovoorts te reflekteer.

Die doel van die vraelyste, onderhoude, boeke van leerders en die onderwysers se beplanning is om inligting in te samel van die deelnemers se oortuigings en hul klaskamerpraktyk. Daar sal gepoog word om tendense waar te neem, om 'n geheelbeeld te probeer verkry van die verband tussen die oortuigings en kennis van 'n wiskunde-onderwyser en sy/haar klaskamerpraktyk in die onderrig van Euklidiese meetkunde.

Geen name van deelnemers sal bekend gemaak word tydens die ontleding en publiserings van data nie.

Ek sal dit waardeur indien u my so gou as moontlik sal inlig aangaande u besluit en die aangehegte vorm (Afd 8d) teken, skandeer en terugstuur na annekedeklerk9@gmail.com. As u dit verkies dat ek u moet kom sien en/of vorm 8d self by u skool moet kom afhaal, kontak my gerus by 0764739245.

Die uwe

Anneke de Klerk

(studentenommer: 13256254)

Dr. Susanna Maria Nieuwoudt

(Studieleier)



Private Bag X6001, Potchefstroom
South Africa 2520

Tel: 018 299-1111/2222
Web: <http://www.nwu.ac.za>

School of Natural Sciences and Technology for Education
Tel: 018 299 1912
Fax: 018 299 4238
E-mail: susan.nieuwoudt@nwu.ac.za

PERMISSION TO CONDUCT RESEARCH AT YOUR SCHOOL

Dear Head of School

I, Anneke de Klerk, am a part time student at the North West University in Potchefstroom. I am currently busy with my master's degree studies in Mathematics Education. The research I wish to conduct for my Master's dissertation involves the influence that teachers' beliefs and knowledge of Mathematics can have on the specific teacher's classroom practice in the teaching of Euclidean geometry. My focus will be limited to grade 10–12 Mathematics teachers. My studies will be conducted under the supervision of Dr. S.M. Nieuwoudt (NWU, South Africa).

I would like for all your Grade 10-12 mathematics teachers to participate in this research. Firstly a questionnaire must be completed by the teachers at the beginning of the third term. This will take approximately an hour. I will furthermore interview one or more of your mathematics teachers to gain more information, if needed.

At the end of the third term, geometry workbooks and/or files of one Grade 10, Grade 11 and Grade 12 learner will be collected, copied and returned. The teacher's planning with regard to euclidean geometry will also be copied. I will make sure to return the books and planning the next day. If you prefer to copy it at your school, I will pay for the copies. With this information, I will be able to collect information regarding all the classwork and homework activities, tests, exams and other assessment tasks that the teacher gave to the learners. I hope that this documentation will provide valuable information to reflect the cognitive levels being assessed by the teacher, the teaching strategies and the use of technology.

The purpose of the questionnaires, interviews, learners' books and teachers' planning is to gather information about the participants' mathematical beliefs, knowledge and their classroom practice. I want to determine the relationship between beliefs, knowledge and classroom practice in the teaching of Euclidean Geometry.

I can assure you that teachers' or learners' names will not be used in this study.

I would appreciate it if you could let me know your decision as soon as possible and sign, scan and email the attached document (Afd 8d) to annekedeklerk9@gmail.com.

Thank you for your time and consideration in this matter.

Yours sincerely,

Anneke de Klerk

(Student number: 13256254)

Dr. Susanna Maria Nieuwoudt

(Study leader)

BYLAAG C:

Voorbeeld van toestemmingsbrief aan deelnemende wiskunde-onderwysers



Privaatsak X6001, Potchefstroom
Suid-Afrika, 2520

Tel: 018 299-1111/2222
Web: <http://www.nwu.ac.za>

Skool vir Natuurwetenskap en Tegnologie vir Onderwys

Tel: 018 299 1912

Faks: 018 299 4238

E-pos: susan.nieuwoudt@nwu.ac.za

TOESTEMMING VIR DEELNAME AAN NAVORSING

Geagte wiskunde-onderwyser/es

Ek, Mev. Anneke de Klerk, is tans besig met 'n Meesters-graad in Wiskunde-onderwys. My navorsing behels 'n ondersoek na die verband tussen onderwysers se oortuigings en kennis ten opsigte van wiskunde en hul klaskamerpraktyke ten opsigte van die onderrig van Euklidiese meetkunde in die VOO-fase.

Deur middel van hierdie brief wil ek vra of u aan my studie sal deelneem? U aandeel aan genoemde navorsing behels eerstens die invul van 'n vraelys, wat ongeveer 'n uur sal neem om te voltooi. Die administrering van die vraelys sal deur myself hanteer word. Verder wil ek, indien nodig, 'n onderhoud met u voer ten einde verdere inligting te versamel.

Meetkunde werkboeke en/of lêers van Graad 10 -12 leerders sal vervolgens ingesamel, gefotostateer en terugbesorg word. U beplanning ten opsigte van Euklidiese meetkunde sal ook gefotostateer en terugbesorg word. Hierdie proses sal aan die einde van die derde kwartaal (2014) gedoen word. Ek gaan van die veronderstelling uit dat die boeke en/of lêers wat deur die onderwyser geselekteer word, al die klaswerk- en huiswerkaktiwiteite, toetse, eksamens en ander assesseringstake sal bevat wat die onderwyser aan haar/sy leerders gegee het. Die inligting wat só ingesamel sal word, behoort die vlak van kognitiewe eise wat onderwyses aan leerders stel, onderwysers se onderrigstrategieë en die gebruik van tegnologie te reflekteer.

Die doel van die ingevulde vraelys, onderhoude, boeke van leerders en die onderwysers se beplanning is om inligting in te samel ten opsigte van onderwysers se oortuigings en hul klaskamerpraktyk. Daar sal gepoog word om tendense waar te neem, om 'n geheelbeeld te probeer verkry van die verband tussen die oortuigings en kennis van 'n wiskunde-onderwyser en sy/haar klaskamerpraktyk in die onderrig van Euklidiese meetkunde.

Geen name van deelnemers sal bekend gemaak word tydens die opskryf, ontleding, verwerking en die maak van gevolgtrekkings met behulp van die data nie. Indien u enige navrae in hierdie verband het, kan u die vrymoedigheid neem om my of my studieleier te kontak.

Deelnemer se naam en van: _____

Deelnemer se handtekening: _____

Datum: _____

Die uwe

Anneke de Klerk (kontaknommer: 076 473 9245)

Dr. Susanna Maria Nieuwoudt (kontaknommer: 083 651 2117)

(Studieleier)

Skool vir Natuurwetenskap en Tegnologie vir Onderwys, Fakulteit Opvoedingswetenskappe, Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus.

BYLAAG D:

**Voorbeeld van toestemmingsbrief aan
ouers/voogde van leerders wat hulle
meetkundeboeke beskikbaar gestel het**



Privaatsak X6001, Potchefstroom
Suid-Afrika, 2520

Tel: 018 299-1111/2222
Web: <http://www.nwu.ac.za>

Onderwys

Skool vir Natuurwetenskap en Tegnologie vir

Tel: 018 299 1912
Faks: 018 299 4238
E-pos: susan.nieuwoudt@nwu.ac.za

TOESTEMMING VIR NAVORSING

Geagte ouer/voog

Ek is 'n wiskunde-onderwyser by St George's College en is tans besig met navorsing wat 'n ondersoek behels na die invloed wat onderwysers se oortuigings en kennis ten opsigte van wiskunde op hul klaskamerpraktik mag hê in terme van die onderrig van Euklidiese meetkunde in die VOO-fase.

Vanaf 2014 sal die Graad 12 wiskunde leerders weer oor Euklidiese meetkunde geëksamineer word en dit is 'n algemene feit dat meeste leerders hierdie deel moeilik vind. Die navorsing gaan meer op die onderwyser fokus, maar daar is tog 'n deel in die navorsing waar ek hul wil betrek. Die leerders wat aan my studie sal deelneem, word net versoek om aan die einde van die derde kwartaal al hul meetkunde werkbouke en/of lêers vir hul onderwyser te gee sodat ek fotostate daarvan kan maak. Ek sal dit onder toesig van die onderwysers doen en hulle sal dit veilig terugkry. Geen inbreuk op u kind se akademiese sal plaasvind tydens die ondersoek nie.

Die leerders se werkbouke is noodsaaklik om inligting in te samel ten opsigte van die onderwysers se oortuigings, kennis en hul klaskamerpraktik. Daar sal gepoog word om tendense waar te neem, om 'n geheelbeeld te probeer verkry van die verband tussen die oortuigings van 'n wiskunde-onderwyser en sy/haar klaskamerpraktik in die onderrig van Euklidiese meetkunde. Deelname aan die studie is vrywillig.

Indien 'n leerder of u as ouer enige vrae het voor of gedurende sy of haar deelname, of te enige tyd gedurende die studie, kan u my of my studieleier enige tyd kontak.

U toestemming is daarom nodig om u kind toe te laat om aan hierdie studie deel te neem. Geen leerder se naam sal tydens die studie bekend gemaak word nie.

TOESTEMMING: Ek het die bogenoemde gelees en verstaan die aard van die navorsing. Ek verstaan dat ek toestem dat my kind deelneem aan hierdie studie, ek aanvaar dat die navorser sal poog om in geen opsigte my kind se wetlike of menseregte te skend nie. Ek verstaan dat ek die navorser te enige tyd mag kontak. Ek stem dus toe dat my kind mag deelneem aan die navorsing.

Ouer / Voog se naam en van: _____

Ouer / Voog se handtekening: _____ Datum: _____

Naam van leerder: _____ Graad _____

Leerder se handtekening: _____

Vriendelike groete

(Mev.) Anneke de Klerk (kontaknommer: 0764739245)

Dr. Susanna Maria Nieuwoudt

(Studieleier) (kontaknommer: 083 651 2117)

Skool vir Natuurwetenskap en Tegnologie vir Onderwys

Fakulteit Opvoedingswetenskappe



Private Bag X6001, Potchefstroom
South Africa 2520

Tel: 018 299-1111/2222
Web: <http://www.nwu.ac.za>

School of Natural Sciences and Technology for Education
Tel: 018 299 1912
Fax: 018 299 4238
E-mail: susan.nieuwoudt@nwu.ac.za

PERMISSION TO CONDUCT RESEARCH

Dear parent/guardian

I am a mathematics teacher at St George's College and am currently engaged in research that involves an investigation on the influence of teachers' beliefs and knowledge of mathematics on their classroom practice in terms of the teaching of Euclidean geometry in the FET phase.

From 2014, the Grade 12 mathematics learners will again be examined on Euclidean geometry and it is a common fact that most students find this part difficult. The research is more focused on the teacher, but there is a part in the research where your child will be involved. The learners who participate in my study will only be asked at the end of the third term to hand all their geometry workbooks and / or files to their teacher so that I can make photocopies thereof. I will do it under the supervision of the teachers and they will get it back safely. Your child's academics will not be affected during the investigation.

The learners' workbooks are essential to gather information regarding the teachers' beliefs, knowledge and their classroom practice. Efforts will be made to observe trends, to get an overall picture of trying to obtain the relationship between the beliefs of a mathematics teacher and his / her classroom practice in the teaching of Euclidean geometry. Participation in the study is voluntary.

If a learner or you as parent/guardian have any questions before or during his/ her participation, or at any time during the study, please contact me at any time (0764739245).

Your consent is therefore necessary to allow your child to participate in this study. No student's name will be made known during the study.

CONSENT: I have read the above and understand the nature of the research. I understand that I agree to my child participating in this study. I accept that the researcher will respect my child's legal rights. I understand that I may contact the researcher any time. I therefore agree that my child may participate in the research.

Parent's / guardian's name and surname: _____

Parent's / guardian's signature: _____ Date: _____

Learner's name: _____ Grade: _____

Kind regards,

Anneke de Klerk

(Student number: 13256254)

Dr. Susanna Maria Nieuwoudt

(Study leader)

BYLAAG E:

Vraelys

Kennis, oortuigings en klaskamerpraktyke van VOO wiskunde-onderwysers met betrekking tot meetkunde-onderrig

VRAELYS

Voltooi die volgende asseblief eerlik en so volledig as moontlik:

1. Aantal jare ondervinding in die onderrig van wiskunde:

2. Tersiere kwalifikasie (bv. B.Sc)

3. Het u wiskunde as 'n hoofvak of 'n byvak geneem gedurende u aanvanklike opleiding?

4. Hoogste kwalifikasie in wiskunde (bv. Wiskunde I)

5. Sou u sê dat wiskunde 'n abstrakte vak is?

JA	NEE
----	-----

- 5.1 Waarom sê u so?

6. Sou u sê dat wiskunde oor beredenering tydens die oplos van probleme handel?

JA	NEE
----	-----

- 6.1 Motiveer asseblief u antwoord.

7. Sou u sê dat wiskunde die akkumulasie van feite, reëls en vaardighede is?

JA	NEE
----	-----

- 7.1 Hoekom sê u so?

8. Dink u dat wiskunde 'n dinamiese, voortdurende uitbreidende veld van menslike skepping is?

JA	NEE
----	-----

- 8.1 Waarom dink u so?

9. Dink u dat leerders, in die leer van wiskunde, die wiskundekonsepte, beginsels en tegnieke moet verstaan?

JA	NEE
----	-----

- 9.1 Waarom sê u so?

10. Stem u saam met die volgende stelling? Tyd moet spandeer word aan die oefening van konseptuele prosedures voordat die leerders tyd aan die oplos van probleme bestee.

JA	NEE
----	-----

10.1 Motiveer asseblief u keuse.

11. In die leer van wiskunde, behoort die leerders redes te verskaf om hul oplossings te staaf. Voel u ook so?

JA	NEE
----	-----

11.1 Motiveer asseblief u antwoord.

12., Sou u sê dat herhaalde oefening met toenemende verskeidenheid kan tot beter begrip van wiskunde lei?

JA	NEE
----	-----

12.1 Waarom so u so sê?

13. Wiskunde-onderig behoort die ondersoek en bevindinge van die leerders ook in te sluit.

WAAR	VALS
------	------

- 13.1 Motiveer asseblief u antwoord.

14. Wiskunde behoort as 'n versameling van konsepte, vaardighede en algoritmes onderrig word.

WAAR	VALS
------	------

- 14.1 Motiveer asseblief u antwoord.

15. Sou u sê dat leerders gedurende wiskundelesse aangemoedig moet word om hul wiskundige idees te verduidelik?

JA	NEE
----	-----

15.1 Waarom sê u so?

16. Is dit belangrik dat 'n wiskunde-onderwyser die handboek of skema streng moet volg?

JA	NEE
----	-----

16.1 Waarom sê u so?

17. Die wiskunde-onderwyser vervul hoofsaaklik die rol van 'n fasiliteerder in die wiskundeklas.

WAAR	VALS
------	------

17.1 Motiveer asseblief u antwoord.

18. Die wiskundeonderwyser se hoofrol in die wiskundeklas is om die wiskunde aan die leerders te verduidelik.

WAAR	VALS
------	------

18.1 Motiveer asseblief u antwoord.

19. Gee asseblief, in u eie woorde, u persoonlike definisie van wiskunde.

20. Gebruik u enige ander bronne as die voorgeskrewe handboeke as u wiskunde onderrig? Indien wel, hoeveel verskillende bronne gebruik u en waar kry u dit vandaan?

21. Oor watter kennis dink u moet 'n effektiewe wiskundeonderwyser beskik?
Bespreek dit asseblief volledig.

22. Op watter wyse(s) kan Euklidiese meetkunde volgens u op die beste manier
aan leerders onderrig word? Motiveer u antwoord volledig, asseblief.

23. Dink u dat wiskundeonderwysers, in die algemeen, volgens die wyse wat u bespreek het in no. 22, klasgee? Indien NIE, waarom dink u is dit die geval? Brei asseblief breedvoerig hierop uit.

24. Beskryf, as 'n voorbeeld van die “beste” onderrigstrategieë, hoe u 'n voorbeeld uit die wiskundige onderwerpe in Euklidiese meetkunde aan leerders sal onderrig (of hoe oor die algemeen Euklidiese meetkunde aan leerders onderrig).

- a) Graad 10 : Vierhoeke

b) Graad 11 : Sirkelmeetkunde

[illegible]

[illegible]

Baie dankie vir u samewerking en tyd!

Knowledge, beliefs and classroom practice of FET mathematics teachers with respect to geometry education.

QUESTIONNAIRE

Please complete the following truthfully and elaborate where applicable.

1. Total years teaching mathematics:

2. Tertiary qualification (e.g. B. Sc.)

3. Did you take mathematics as a main or as a subsidiary subject during your initial training?

4. Highest qualification in mathematics (e.g. Mathematics I):

5. Would you say that mathematics is an abstract subject?

YES	NO
-----	----

- 5.1 Why would you say so?

6. Would you say that mathematics is about reasoning in the solving of problems?

YES	NO
-----	----

- 6.1 Please motivate your answer.

7. Would you say that mathematics is an accumulation of facts, rules and skills?

YES	NO
-----	----

- 7.1 Why do you say so?

8. Do you think that mathematics is a dynamic, continually expanding field of human creation?

YES	NO
-----	----

- 8.1 Why do you say so?

9. Do you think that learners should understand mathematical concepts, principles and strategies?

YES	NO
-----	----

- 9.1 Why do you say so?

10. Do you agree with the following statement? Time should be spent practising computational procedures before learners spent time solving problems.

YES	NO
-----	----

10.1 Please motivate your choice.

11. In learning mathematics, learners should be able to provide reasons to support their solutions. Do you agree?

YES	NO
-----	----

11.1 Please motivate your answer.

12., Would you say that with continuous practising, with increasing variations, it can lead to a deeper understanding of mathematics?

YES	NO
-----	----

12.1 Why do you say so?

13. Mathematical instruction should involve investigation and findings by the learners themselves.

TRUE	FALSE
------	-------

- 13.1 Please motivate your answer?

14. Mathematics should be taught as a collection of concepts, skills and algorithms.

TRUE	FALSE
------	-------

- 14.1 Please motivate your answer.

15. Would you say that learners should be encouraged to explain their mathematical ideas during mathematics lessons?

YES	NO
-----	----

15.1 Why do you say so?

16. Is it important that a mathematics teacher strictly follows a textbook or scheme?

YES	NO
-----	----

16.1 Why do you say so?

17. The mathematics teacher mainly has the role of a facilitator in the mathematics class.

TRUE	FALSE
------	-------

17.1 Please motivate your answer.

18. The mathematics teacher's main role in the mathematics class is to explain the mathematics to the learners.

TRUE	FALSE
------	-------

- 18.1 Please motivate your answer.

19. Please state, in your own words, your personal definition of mathematics.

20. Do you use resources other than the prescribed textbooks when teaching mathematics? If so, how many different resources do you use and where do you get them from?

21. What knowledge do you think does an effective mathematics teacher need? Elaborate please.

22. Describe the way(s) you think Euclidean geometry is best taught and also give reasons why you think so.

23. Do you think that mathematics teachers in general teach Euclidean geometry the way you have described in no. 22? If not, why do you think it is the case? Elaborate, please.

24. Describe, as an example of the "best" teaching strategies, how you would teach an example out the following mathematical topics in Euclidean geometry (or how you would teach Euclidean geometry in general)

Grade 10: Quadrilaterals

b) Grade 11: Circle geometry

[illegible]

[illegible]

Thank you very much for your co-operation and time!

BYLAAG F:

Onderhoudvrae

ONDERHOUDVRAE

VRAE VIR SEMI-GESTRUKTUREERDE ONDERHOUDE

Ek het met elke onderhoud deur die betrokke deelnemer se vraelys gegaan en enigiets wat nie duidelik vir my was nie, uitgeklaar. Die volgende vrae is ook verder gevra, indien die antwoorde op die vrae nie alreeds beantwoord is na die bespreking van die vraelyste nie.

1. Sal u asseblief uitbrei oor die interaksie wat tussen u as onderwyser en u leerders gedurende 'n meetkundeles plaasvind? //

Would you please elaborate on the interaction that takes place between you and the learners during a geometry lesson?

2. Watter interaksie vind tussen die leerders onderling plaas gedurende 'n meetkundeles? //

Which interaction takes place between the learners during a geometry lesson?

3. Hoe sou u die leeromgewing in u klas beskryf? //

How would you describe the learning environment in your class?

4. Verduidelik asseblief weer aan my watter onderrigstrategieë u gebruik in die onderrig van meetkunde.//

Please explain again to me which teaching strategies you use in the teaching of geometry.

5. Gebruik u enige tegnologie in u klas wanneer u meetkunde onderrig? //

Do you make use of any kind of technology in the teaching of geometry?

6. Hoe sou u sê leer 'n mens meetkunde op 'n effektiewe wyse?

How would you say is the best way that one learns geometry?

BYLAAG G:

Etiese goedkeuring



NORTH-WEST UNIVERSITY
YUNIBESITHI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NORDWES-UNIVERSITEIT

Private Bag X6001, Potchefstroom
South Africa 2520

Tel: (018) 299-4900
Faks: (018) 299-4910
Web: <http://www.nwu.ac.za>

**Institutional Research Ethics Regulatory
Committee**

Tel +27 18 299 4849
Email Ethics@nwu.ac.za

ETHICS APPROVAL CERTIFICATE OF PROJECT

Based on approval by Ethics Committee of the Faculty of Education Sciences, the North-West University Institutional Research Ethics Regulatory Committee (NWU-IRERC) hereby approves your project as indicated below. This implies that the NWU-IRERC grants its permission that, provided the special conditions specified below are met and pending any other authorisation that may be necessary, the project may be initiated, using the ethics number below.

Project title: Kennis, oortuigings en klaskamerpraktike van VOO wiskunde-onderwysers met betrekking tot meetkunde-onderrig																													
Project Leader:	Dr S Nieuwoudt																												
Student:	A de Klerk																												
Ethics number:	<table border="1"> <tr> <td>N</td><td>W</td><td>U</td><td>-</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>7</td><td>8</td><td>-</td><td>1</td><td>4</td><td>-</td><td>A</td><td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Institution</td> <td colspan="6">Project Number</td> <td colspan="2">Year</td> <td colspan="2">Status</td> </tr> </table>	N	W	U	-	0	0	0	7	8	-	1	4	-	A	2	Institution			Project Number						Year		Status	
N	W	U	-	0	0	0	7	8	-	1	4	-	A	2															
Institution			Project Number						Year		Status																		
Status: S = Submission; R = Re-Submission; P = Provisional Authorisation; A = Authorisation																													
Approval date: 2014-06-19				Expiry date: 2019-06-18				Category		N/A																			

Special conditions of the approval (if any): None

General conditions: While this ethics approval is subject to all declarations, undertakings and agreements incorporated and signed in the application form, please note the following: - The project leader (principle investigator) must report in the prescribed format to the NWU-IRERC: - annually (or as otherwise requested) on the progress of the project, - without any delay in case of any adverse event (or any matter that interrupts sound ethical principles) during the course of the project. - The approval applies strictly to the protocol as stipulated in the application form. Would any changes to the protocol be deemed necessary during the course of the project, the project leader must apply for approval of these changes at the NWU-IRERC. Would there be deviation from the project protocol without the necessary approval of such changes, the ethics approval is immediately and automatically forfeited. - The date of approval indicates the first date that the project may be started. Would the project have to continue after the expiry date, a new application must be made to the NWU-IRERC and new approval received before or on the expiry date. - In the interest of ethical responsibility the NWU-IRERC retains the right to: - request access to any information or data at any time during the course or after completion of the project; - withdraw or postpone approval if: - any unethical principles or practices of the project are revealed or suspected, - it becomes apparent that any relevant information was withheld from the NWU-IRERC or that information has been false or misrepresented, - the required annual report and reporting of adverse events was not done timely and accurately, - new institutional rules, national legislation or international conventions deem it necessary.
--

The IRERC would like to remain at your service as scientist and researcher, and wishes you well with your project. Please do not hesitate to contact the IRERC for any further enquiries or requests for assistance.

Yours sincerely

Linda du Plessis
Digitally signed by Linda du Plessis
 DN: cn=Linda du Plessis, o=NWU,
 ou=Vaal Triangle Campus,
 email=Linda.duplessis@nwu.ac.za,
 c=ZA
 Date: 2015.07.13 10:49:22 +0200

Prof Linda du Plessis
 Chair NWU Institutional Research Ethics Regulatory Committee (IRERC)