



WISKUNDE MATERIAAL VIR MULTIGRAADONDERRIG

deur

ANNEMARIE DUVENHAGE

Die tesis is voorgelê ter verwerwing van die graad:

Magister in Opvoedkunde

in die Fakulteit Onderwys en Sosiale Wetenskappe

aan die Kaapse Skiereiland Universiteit van Tegnologie

Studieleier: Dr. Van As Jordaan

**Wellington
OKTOBER 2014**

KSUT kopiereg informasie

Die proefskrif/tesis mag nie gedeeltelik (in akademiese, wetenskaplike of tegniese tydskrifte), of as 'n geheel (’n monograaf) gepubliseer word nie, tensy goedkeuring daarvoor by die universiteit verkry is.

VERKLARING

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die inhoud van die tesis my eie selfstandige werk verteenwoordig en nie voorheen vir eksaminering van enige akademiese kwalifikasie voorgelê is nie. Menings in hierdie werk uitgespreek of gevolgtrekkings waartoe gekom is, is dié van die outeur en nie noodwendig dié van die Kaapse Skiereiland Universiteit van Tegnologie nie.

.....
Handtekening

.....
Datum

OPSOMMING

Hierdie studie het gepoog om die uiters swak uitslae in Wiskunde en die totale gebrek aan relevante onderrig-leermateriaal in multigraadskole te ondersoek. 'n Groot verskeidenheid ontwikkelingsvlakke, grade en vakke moet in multigraadklasse deur een onderwyser in een klasruimte gehanteer word. Uitdagings wat as gevolg van multigraadonderrig ontstaan, vereis onderrigmateriaal met unieke eienskappe asook leerders en onderwysers wat die vaardighede ontwikkel om dié materiaal met sukses te gebruik.

Tydens die bestudering van relevante literatuur is bewyse gekry dat die materiaal-leerdergesentreerde benadering die beste uitkomst binne die unieke omstandighede van multigraadonderrig bied. Met dié benadering verskuif die fokus van die onderwyser na die onderrigmateriaal en die leerder terwyl die onderwyser die proses fasiliteer. In die geval van multigraadonderrig sowel as Wiskundeonderrig hou dié metode voordele vir die leerders en die onderwysers in. Dit leer die leerders om verantwoordelikheid vir hulle eie leer te aanvaar en om te alle tye te weet wat om te doen omdat die materiaal duidelike leiding gee. Aan die onderwyser gee dit meer tyd in die klas om leerders wat hulp benodig, te help.

Deur middel van 'n literatuurstudie en 'n konteksanalise is ontwerpbeginsels vasgestel waaraan bogenoemde materiaal moet voldoen. So kon wetenskaplike kriteria ontwikkel word waaraan toekomstige materiaal gemeet moet word.

Die Sentrum vir Multigraadonderrig (SMGO) het onderneem om die nodige prototipe-Wiskundemateriaal te ontwikkel. Met behulp van dié materiaal kon die navorser die geldigheid van die ontwerpbeginsels en die verwagte bruikbaarheid van die materiaal toets. Dit het die teorie en die praktyk op 'n besonderse manier bymekaargebring.

Die primêre doel van die studie was om gehalte te verbeter, nie net dié van die prototipe nie, maar ook dié van toekomstige leermateriaal.

ABSTRACT

This study attempted to address the extremely poor results for Mathematics and total lack of relevant teaching and learning material in multi-grade schools. In the case of multi-grade classes, the teacher has to cope with a large variety of development levels, grades and subjects in one classroom. Challenges that arise as a result of multi-grade teaching require instructional materials with unique characteristics and learners and teachers who develop the skills to put this material to use successfully.

During the study of the relevant literature, evidence was found that proved that the learner-material approach offers the best outcomes within the unique circumstances of multi-grade teaching. This approach shifts the focus to the teaching materials and the learners while the teacher facilitates the process. In both multi-grade teaching and Mathematics teaching, this method holds benefits for learners and teachers. It teaches the learners to accept responsibility for their own learning and to know at all times what to do because the material provides clear guidance, giving the teacher more time in class to help those who need it.

After a literature study and a context analysis, design principles were established with which the above material should comply. By this means, scientific criteria can be developed against which future materials would be measured.

The Centre for Multigrade Education (CMGE) has undertaken to develop the necessary prototype Mathematics material. Using this material, the researcher could put the validity of the design principles and the expected usefulness of the material to the test. This brings together the theory and practice in a remarkable manner.

The primary objective of the study was to improve quality, not only of the prototype, but also of future teaching and learning material.

VERKLARING VAN AFKORTINGS EN AKRONIEME

ADAE	All Different All Equal
ANA/JNA	Annual National Assessment/Jaarlikse Nasionale Assessering
CAPS	Curriculum and Assessment Policy Statement
CME	Centre for Multigrade Education
CREATE	Consortium for Research on Education, Access, Transitions & Equity
DoE	Department of Education
EdQual	Education Quality in Low-Income Countries
EFA	Education for All
EMDC	Education Management and Development Centre
EPU	Education Policy Unit
HAT	Handwoordeboek van die Afrikaanse Taal
IF	Intermediêre fase
IKT	inligtings- en kommunikasietegnologie
ISERP	Institute for Social and Economic Research and Policy
KABV	Kurrikulum- en Asseseringsbeleidsverklaring
KSUT	Kaapse Skiereilandse Universiteit van Tegnologie
MGO	Multigraadonderrig
MGRSI	Multi-grade Rural Schools Intervention
NDBO	National Department of Basic Education/Nasionale Departement van Basiese Onderwys
NSES	National School Effectiveness Study
OBOS	Onderwysbestuurs- en Ontwikkelingsentrum
PEI	President Education Initiative
RIVER	Rishi Valley Institute for Educational Resources
SA	Suid-Afrika
SACMEQ	Southern and East African Consortium for Monitoring Educational Quality
SLO	Netherlands Institute for Curriculum Development
SMGO	Sentrum vir Multigraadonderrig
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
UNDAF	United Nations Development Assistance Framework
UNESCO	United Nations Education, Science and Cultural Organisation
UNICEF	United Nations Children's Fund
VSA	Verenigde State van Amerika
VKO	Vroeëkindontwikkeling
WKOD	Wes-Kaapse Onderwysdepartement

ERKENNING

Ek wil graag die onderstaande persone bedank:

- die respondente, vir hulle aandeel in die verskaffing van die data;
- die SMGO vir finansiële bystand;
- André, my man, vir sy volgehoue aanmoediging en geloof in my vermoëns. Ek sou my studies nie sonder hom kon voltooi nie;
- Viljoen en Louise, my kinders, vir hulle moed inpraat, geduld en bystand;
- my ma, Wiesa Viljoen, vir haar volgehoue gebede en begrip; en
- dr. Van As Jordaan, vir die nodige studieleiding.

My Hemelse Vader – aan Hom al die eer

OPGEDRA AAN

- my man, André Duvenhage
en
- my kinders, Louise, Viljoen en Fanie (my seun, wat tydens my studie oorlede is);
en
- my ma, Wiesa Viljoen.

Julle ondersteuning, liefde en gebede het dit vir my moontlik gemaak om hierdie studie te voltooi.

Despite its prevalence in many educational systems, multigrade teaching, multigrade classrooms and multigrade schools remain highly visible to those who teach and learn in them, but invisible to those who work beyond them ... (Little, 2007:23).

INHOUDSOPGAWE

<i>Verklaring</i>	<i>i</i>
<i>Opsomming</i>	<i>ii</i>
<i>Abstract</i>	<i>iii</i>
<i>Verklaring van afkortings en akronieme</i>	<i>iv</i>
<i>Erkenning</i>	<i>v</i>
<i>Opgedra aan</i>	<i>vi</i>
<i>Inhoudsopgawe</i>	<i>viii</i>
<i>Lys van tabelle</i>	<i>xi</i>
<i>Lys van diagramme</i>	<i>xii</i>
<i>Lys van figure</i>	<i>xii</i>
<i>Lys van bylae</i>	<i>xiii</i>

HOOFSTUK 1: INLEIDENDE ORIËNTASIE

1.1	Inleidende agtergrond en rasionaal.....	1
1.2	Navorsingsprobleem.....	3
1.3	Navorsingsontwerp	4
1.4	Konseptuele raamwerk.....	5
1.5	Teoretiese filosofie	7
1.6	Literatuurstudie.....	7
1.7	Hoofstukindeling	9
1.8	Etiese oorwegings	9

HOOFSTUK 2: LITERATUURSTUDIE

2.1	Inleiding.....	11
2.2	Teoretiese aanloop	12
2.2.1	Ontwerpnavorsing.....	12
2.2.2	Leerteorie: Konstruktivisme.....	14
2.3	Multigraadonderrig	18
2.3.1	Konseptuele verklaring.....	19
2.3.2	Literaturoorsig.....	25
2.3.3	Konteksanalise.....	26
2.3.4	Probleemanalise	26
2.3.5	Belowende oplossings/Goeie praktyke.....	27
2.3.6	Beginsels afgelei vanuit literatuur.....	31
2.4	Wiskunde	32
2.4.1	Konseptuele verklaring.....	33
2.4.2	Literaturoorsig.....	35
2.4.3	Konteksanalise.....	37
2.4.4	Probleemanalise	39
2.4.4.1	Nasionale studies.....	40
2.4.4.2	Internasionale vergelyking van opvoedkundige prestasie	42
2.4.4.3	Implikasies van die toetse en afleidings wat gemaak kan word	43
2.4.5	Belowende oplossings/Goeie praktyke.....	44
2.5	Ontwerpbeginsels	46
2.5.1	Geldigheid van materiaal – Vakinhoud, ontwerp en beplanning.....	47
2.5.2	Respondente se filosofie en denke oor die onderwys.....	48
2.5.3	Respondente se filosofie en denke oor multigraadopvoeding en wiskunde	48
2.5.4	Bruikbaarheid van die formaat.....	49
2.5.5	Verstaanbaarheid van materiaal.....	50

2.5.6	Versoenbaarheid van materiaal met multigraadonderrig	50
2.6	Samevatting	50

HOOFSTUK 3: NAVORSINGSMETODOLOGIE

3.1	Inleiding.....	52
3.2	Navorsingsontwerp	52
3.3	Navorsingsbenadering	53
3.3.1	Wêreldsiening: Konstruktivisme	54
3.3.2	Geselekteerde ondersoekstrategie: Kwalitatiewe, kwantitatiewe en gemengde metodes	56
3.3.3	Opvoedkundige ontwerpnavorsingsmetode	57
3.4	Grense van hierdie studie	60
3.4.1	Tydsverloop.....	60
3.4.2	Rol van navorser en etiese oorwegings.....	61
3.4.3	Eiesoortige navorsingsbenadering vir hierdie studie.....	62
3.5	Navorsingsmetodologie vir hierdie studie.....	64
3.5.1	Metodes vir kwaliteitsverbetering deur formatiewe assessering	64
3.5.1.1	Geldigheid.....	65
3.5.1.2	Bruikbaarheid	68
3.5.2	Betrokkenes, prosedure van dataversameling, -analise en interpretasie	74
3.6	Slot.....	77

HOOFSTUK 4: DATA-ANALISE EN SINTESE

4.1	Inleiding.....	78
4.2	Ontleding en interpretering van data	78
4.3	Uitspraak oor geldigheid van ontwerpbeginsels.....	79
4.3.1	Geldigheid van ontwerpbeginsels	80
4.3.2	Notules en besluite van die projekomitee en skryfspan.....	82
4.3.2.1	Keuse van die ontwikkeling- en skryfspan	82
4.3.2.2	Is die wiskunde vakinhoud op 'n wetenskaplike basis gegrond?	86
4.3.2.3	Word die beginsels van multigraad- en Wiskunde-onderrig teoreties ondersteun?.....	86
4.3.2.4	Is die ontwerp van die materiaal logies uiteengesit?	87
4.3.2.5	Samevatting	88
4.3.3	Vakkundiges se waarde-oordeel	89
4.3.3.1	Keuse van fokusgroep.....	89
4.3.3.2	Die fokusgroeponderhoud (FGO)	89
4.3.3.3	Analise en samevatting	93
4.3.3.4	Kriteria vir formatiewe evaluering	94
4.3.4	Formatiewe evalueringskriteria	94
4.3.4.1	Inhoud en tydindeling	94
4.3.4.2	Beginsels	95
4.3.4.3	Ontwerp.....	95
4.3.5	Uitspraak oor navorsingsvraag: Is die ontwerpbeginsels geldig?.....	95
4.4	Bruikbaarheid van prototipe-materiaal.....	96
4.4.1	Dataversameling – bronne.....	96
4.4.1.1	Ontwerpbeginsels: Studie – navorsing literatuuroorsig.....	97
4.4.1.2	Sieninge van praktisyns (onderwysers)	98
4.4.2	Data-analise: Metodes en aktiwiteite.....	98
4.4.2.1	Die vraelys.....	98
4.4.2.2	Onderhoude.....	105

4.4.2.2.1	Bevorderlikheid ten opsigte van Wiskunde vakinhoud en pedagogiek	105
4.4.2.2.2	Versoenbaarheid ten opsigte van Wiskunde vakinhoud en pedagogiek.....	108
4.4.2.2.3	Koste ten opsigte van die vakinhoud en die pedagogiek	109
4.4.3	Formatiewe evaluering – Bruikbaarheid.....	110
4.4.3.1	Opsomming van positiewe kommentaar.....	110
4.4.3.2	Opsomming van onsekerhede.....	111
4.4.4	Is die prototipe-materiaal geldig?	112
4.5	Samevatting	112

HOOFSTUK 5: OORSIG, SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

5.1	Oorsigtelike inleiding.....	113
5.2	Navorsingsontwerp	114
5.2.1	Kennis aanspraak: Konstruktivisme.....	114
5.2.2	Navorsingsontwerp	116
5.2.2.1	Kwalitatiewe benadering.....	116
5.2.2.2	Aangepaste opvoedkundige ontwerpnavorsing.....	116
5.3	Identifisering en formulering van probleme.....	118
5.3.1	Suid-Afrikaanse onderwysstelsel in krisis	118
5.3.2	Navorsingsprobleem.....	119
5.3.3	Probleme in multigraadonderrig	119
5.3.4	Probleme met Wiskunde	120
5.4	Moontlike oplossings vir probleme	121
5.4.1	Die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel	121
5.4.2	Navorsing as oplossing.....	121
5.4.3	Aanbevelings vir wiskunde in multigraadopvoeding.....	122
5.5	Versameling van data	122
5.5.1	Bepaling van geldigheid.....	123
5.5.1.1	Ontwerpbeginsels	123
5.5.1.2	Beplanningskomitee en skryfspan	123
5.5.1.3	Vakkundiges se waarde-oordeel.....	123
5.5.2	Bepaling van bruikbaarheid.....	124
5.6	Analise van data – formatiewe evaluering.....	124
5.6.1	Geldigheid.....	124
5.6.2	Bruikbaarheid	125
5.7	Waarde-oordeel	126
5.8	Aanbevelings	130
5.9	Slot.....	131
BRONNELYS.....		132

LYS VAN TABELLE

Tabel 2.1:	Vygotsky se siening van konstruktivistiese leer.....	15
Tabel 2.2:	Beskrywing van multigraadskole en wat dit behels	18
Tabel 2.3:	ANA-toetse: Gemiddelde leerderprestasie in Wiskunde vir 2012 en 2013, grade 1–6 en graad 9.....	41
Tabel 2.4:	ANA-persentasie van leerders wat ten minste 50% vir wiskunde bepaal het.....	41
Tabel 3.1:	Kwaliteitskriteria tydens formatiewe evaluering.....	59
Tabel 3.2:	Evalueringsmetodes en aktiwiteite (evaluation matchboard of evalueringspasplank).....	60
Tabel 3.3:	Die tydsverloop van die studie.....	61
Tabel 3.4:	Diagrammatiese voorstelling van die proses van formatiewe evaluering, spesifiek vir geldigheid.....	66
Tabel 3.5:	Aanduiding van evalueringmetode en aktiwiteite om bruikbaarheid te bepaal	71
Tabel 3.6:	Oorsig van bronne, inhoud, evalueringmetodes en gepaardgaande aktiwiteite asook kwaliteitskriteria.....	74
Tabel 4.1:	Samevatting van metodes wat gebruik word om geldigheid en bruikbaarheid te bepaal.....	79
Tabel 4.2:	Voorstelling van die proses om 'n uitspraak oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels te maak.....	80
Tabel 4.3:	Betrokkenes/deelnemers aan die navorsingsproses	84
Tabel 4.4:	'n Uiteensetting van die verdeling van 6 uur per dag	86
Tabel 4.5:	Voordele van die leermateriaal aan beide leerders en onderwysers	87
Tabel 4.6:	Algemene gevoel van die vakkundiges oor die beginsels van die rasionaal	90
Tabel 4.7:	Die algemene gevoel van die vakkundiges oor tydbepanning.....	91
Tabel 4.8:	Algemene gevoel oor die model.....	92
Tabel 4.9:	Algemene gevoel van die vakkundiges oor die praktiese voorbeeld	93
Tabel 4.10:	Verduideliking van hoe bruikbaarheid bepaal word.....	97
Tabel 4.11:	Ondervinding in mono- sowel as multigraadonderrig.....	99
Tabel 4.12:	Hoogste akademiese kwalifikasie, kursusse en professionele skoling	99
Tabel 4.13:	Kursusse en professionele skoling vir Wiskunde en multigraadonderrig.....	99
Tabel 4.14:	Denke oor onderrig en leer.....	100
Tabel 4.15:	Filosofie en denke oor multigraad en Wiskunde.....	101
Tabel 4.16:	Denke oor die formaat van die materiaal	102
Tabel 4.17:	Verstaanbaarheid van die materiaal.....	103
Tabel 4.18:	Versoenbaarheid van die materiaal met multigraadonderrig.....	104
Tabel 4.19:	Voordele van die materiaal.....	104
Tabel 5.1:	'n Samevatting en verduideliking van evalueringmetodes.....	117
Tabel 5.2:	Inhoud en kriteria vir bepaling van geldigheid.....	125

LYS VAN DIAGRAMME

Diagram 3.1: Elemente van die navorsingsontwerp	53
---	----

LYS VAN FIGURE

Figuur 3.1: Die sikliese proses van ontwerpnavorsing	58
--	----

LYS VAN BYLAE

Bylaag A:	Toestemming om navorsing in die skole te onderneem	141
Bylaag B:	Voorwoord tot Wiskunde-materiaal en ikone.....	142
Bylaag C:	Voorbeeld van 'n gedeelte van die materiaal.....	144
Bylaag D:	Vraelyste.....	150
Bylaag E:	Syferkundigheid/Wiskunde. Leermomente vir multigraadonderwys.....	159

HOOFSTUK 1

INLEIDENDE ORIËNTASIE

1.1 Inleidende agtergrond en rasionaal

Hierdie verhandeling doen verslag oor navorsing rakende die prototipe-materiaal vir Wiskunde (gekombineerde grade 4–6) in landelike multigraadskole aan die hand van 'n opvoedkundige ontwerpproses met die oog op gehalteverbetering.

Multigraadonderrig verwys na 'n situasie waar leerders vanuit verskeie grade hulle in een klaskamer met een klasonderwyser bevind (Little, 2007:9). Hierdie tendens kom in so te sê alle lande voor, veral as gevolg van geografiese verskynsels. Woestynagtige of onbegaanbare gebiede soos berge en waterryke terreine, veroorsaak dat mense afgesonder is (Combrinck, 2011:18). Hierdie “vergete skole” kom veral in plattelandse gebiede voor waar hulle geïsoleer is as gevolg van ontoeganklikheid, en inwoners onder armoedige omstandighede leef. Monograadonderwys waar een onderwyser een graad se leerders onderrig, vorm die grondslag van alle onderwys (meestal in wetgewing vasgelê), en verwys na 'n voorgeskrewe kurrikulum, pedagogiek (manier van onderrig en leer) asook assessering en onderwysersopleiding. 'n ‘Een-grootte-pas-almal’- (monograad-)benadering wat almal moet volg al pas dit nie in by multigraadonderrig nie, behoort dringend aandag te geniet.

In Suid-Afrika kom die meerderheid van hierdie skole op plase voor. Swak omstandighede, geen huisvesting op plase, lang afstande wat daagliks afgelê moet word na die skool (deur beide onderwysers wat teen geen ekstra vergoeding op swak paaie moet ry en leerders wat onder uiterse klimaattoestande skool toe moet loop) is aan die orde van die dag. Armoede en isolasie asook opvoedkundige vereistes soos deur die Departement van Basiese Onderwys opgestel waaraan onderwysers nie kan voldoen nie, veroorsaak dat die gehalte van onderwys in hierdie skole dikwels swak is. Gevolglik is leerderprestasie ook baie swak (Jordaan en Joubert, 2008:3). 'n Navorsingsverslag deur die Education Policy Consortium (EPC) (2011:voorwoord) stel dit soos volg:

What this research has pointed to is the general neglect of multigrade education in South Africa. Conditions at national, provincial and school levels are generally not supportive of multigrade education. Continued neglect of the multigrade question constitutes a furtherance of the marginalisation of the poor and voiceless in our society, for whom multigrade education is a reality. Such treatment of the multigrade issue is antithetical to social justice and to the country's transformation agenda. The case of multigrade education points to the need for flexibility in how education departments deal with schools that are differently situated from the norm.

Swak prestasie kom veral in die basiese vakke soos Wiskunde voor. Die redes is onder andere swak sosio-ekonomiese en swak huislike omstandighede, gebrek aan voorskoolse stimulering, gebrek aan selfvertroue by beide onderwysers en leerders in wiskunde, swak korttermyngeheue van leerders, tradisionele onderrig in Wiskunde, gereelde afwesigheid van leerders of onderwyser wat nie in die klas is nie (CEPD, 2008:13). Ná bestudering van goeie praktyke in Colombia en Indië, het navorsers (byvoorbeeld Little, 2007) bewus geword van die belangrike rol wat leermateriaal by die oplossing van swak leerderprestasie speel. Veral in die geval van multigraadskole bied leermateriaal oplossings deurdat die beginsels van leerdergesentreerde, selfgerigte en samewerkende leer aan bod kom. Dít beteken dat onderwysers individuele aandag aan swak presteerders kan gee.

Bogenoemde probleem het die afgelope twee dekades baie aandag van navorsers ontvang. Ook internasionale organisasies soos die World Bank (World Bank, 2014) and World Bank for Africa (World Bank sub-Saharran Africa, 2013) die United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), All Different All Equal (ADAE), en die United Nations Development Action Framework (UNDAF) (UNESCO, 2010) en vele ander het internasionale beleide soos Education For All (EFA) geformuleer en geïmplementeer om die gehalte van onderrig en skoolbywoning in landelike gebiede te verbeter. Die Multigraadintervensieprogram (2001–2005) wat deur die Wes-Kaaplandse Onderwysdepartement onderneem is, was 'n voorbeeld van so 'n projek in Suid-Afrika (Boonzaaier, 2008). Nadat die projek voltooi is, het dit oorgegaan tot die stigting van 'n Sentrum vir Multigraadonderrig (2009–2013).

Die Sentrum vir Multigraadonderrig (SMGO) is gesetel in die Fakulteit van Opvoeding aan die Kaapse Skiereilandse Universiteit van Tegnologie (KSUT) (Wellington-kampus) (CMGE, 2012). Ruim fondse wat deur die Universiteit Stellenbosch as deel van die SEEDS-konsortium bestuur is, is van die Nederlandse regering hiervoor ontvang. Die missie van hierdie sentrum (Hooghoff en Joubert, 2010) is: “The establishment of an international centre for the development of frameworks and policies for quality instruction and learning in multigrade education, based on research and good practices”.

Verskeie projekte (bv. Kgatelopele-projek en Multigraadintervensie program) asook nagraadse studies (soos bv. Berry, 2007; Boonzaaier, 2008) oor multigraadonderrig is reeds onderneem. Een van die projekte wat onderneem is, was om materiaal vir Wiskunde vir 'n gekombineerde klas (grade 4–6) te skryf om leerderprestasie in wiskunde te verbeter asook om 'n eiesoortige multigraadpedagogiek te ontwikkel (word later in die studie breedvoerig bespreek). Saam met Nederlandse fondse is ook Nederlandse kundighede in Wiskunde, multigraadonderrig en navorsing beskikbaar gestel (Joubert, 2010). 'n Samewerkingsooreenkoms met die Instituut voor Leerplan-Ontwikkeling (SLO), 'n Nederlandse instituut vir kurrikulumontwikkeling, het daartoe

gelei dat 'n groep studieleiers vanuit Suid-Afrika daarheen gestuur is om in samewerking met die Universiteit van Twente, opgelei te word in die sogenaamde 'ontwerpnavorsingsbenadering'. Alle nagraadse studies wat aan die SMGO voltooi is (vier doktorsgrade en vyf meestersgrade), het van hierdie navorsingbenadering gebruik gemaak. Plomp en Nieveen (2009:13) omskryf die taak van opvoedkundige ontwerpnavorsing as:

... to design/develop an intervention (such as programs, teaching-learning strategies and materials, products and systems) with the aim to solve a complex educational problem and to advance our knowledge about the characteristics of these interventions and the processes to design and develop them.

Genoemde projek oor die skryf van leermateriaal vir Wiskunde is deur 'n projekkomitee beplan en uitgevoer. Ondersteuning van 'n Hollandse uitgewery asook die Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO) in die vorm van twee kundiges ('n uitgewer asook 'n kurrikulumkundige in Wiskunde) het 'n Suid-Afrikaanse span (kurrikulumkundiges, wiskundiges, skrywers en multigraadonderwysers) ondersteun in die ontwerp van die leermateriaal. Hierdie ontwerp (aangepas binne die raamwerk van 'n finansiële begroting) is toe aan skrywers gegee wat die materiaal geskryf het. Die SMGO het duidelike raamwerke aan hierdie navorsingstudie gestel. Eerstens moes die studie waar moontlik van die sogenaamde 'onderwysontwerpnavorsingsbenadering' gebruik maak. Dit verwys na 'n formatiewe assessering van die opvoedkundige ontwerpproses asook 'n uitspraak oor die bruikbaarheid van die materiaal met die oog op gehalteverbetering. Die ontwikkeling en skryf van die materiaal is egter deur beperkte fondse gekortwiek.

1.2 Navorsingsprobleem

Die oorkoepelende probleem wat deur hierdie studie die hoof gebied moet word, was die swak uitslae in Wiskunde aan multigraadskole. Die andersoortigheid van multigraadskole word nie deur owerhede aangespreek nie (Departement van Basiese Onderwys, 2009:60). Gevolglik word geen onderskeid getref wat betref die kurrikulum of bronmateriaal vir monograad- en multigraadskole nie. Die probleem word vererger deurdat baie onderwysers self nie oor die nodige vaardighede en selfvertroue beskik om Wiskunde te onderrig nie (National School Effectiveness Study (NSES), 2007–2009). Die Sentrum vir Multigraadonderrig het 'n projek vir die skryf van leermateriaal onderneem om hierdie probleem die hoof te bied. Die materiaal is ontwikkel en gevolglik is die onmiddellike navorsingsprobleem wat deur hierdie studie ondersoek moet word, die geldigheid en die praktiese bruikbaarheid van hierdie konsepmateriaal.

1.3 Navorsingsontwerp

Die doel met hierdie studie was om aan die hand van formatiewe evaluering van die prototipe-Wiskundeleermateriaal te bepaal of die wyse van samestelling van die materiaal geldig is en of hierdie prototipe-materiaal na die mening van multigraadonderwysers bruikbaar is.

Die kernvraag waarop antwoorde gesoek is, was:

1. Is die ontwerpbeginsels van die eerste prototipe-materiaal geldig, en is die prototipe bruikbaar by die aanbieding van Wiskunde in 'n multigraadklas?

Die subvrae wat hieruit voortgespruit het, was:

- 1.1 Is die ontwerpbeginsels van leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van multigraadskole, wat tydens die voorafondersoek en prototipe-fase saamgestel is, geldig?
- 1.2 Vind onderwysers die prototipe-leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas bruikbaar?

Die twee sub-vrae dui op die verloopsmomente van die navorsingsmetode. Subvraag 1.1 het die eerste deel van die oorkoepelende vraag ondersoek, naamlik die analise fase. Deur 'n kontekstuanalise en literatuurstudie is ontwerpbeginsels bepaal vir die samestelling van Wiskundemateriaal vir multigraadonderrig. Die ontwerpbeginsels van die prototipe is deur vakkundiges beoordeel om die geldigheid te bepaal. Subvraag 1.2 het die verwagte bruikbaarheid van die materiaal wat deur multigraadonderwysers bepaal moes word, ondersoek. Hierdie navorsingsvrae het as vertrekpunt vir die versameling van data en selektering van instrumente gedien om sodoende aanbevelings te maak ter verbetering van die intervensie.

Volgens Creswell (2009:5) is daar drie vrae wat sentraal tot die ontwerp van navorsing staan, naamlik:

1. Watter kennis word deur die navorser daargestel (met inbegrip van 'n teoretiese perspektief/siening)?
2. Watter ondersoekswyses (ondersoekstrategieë) sal die navorsing begelei/toelig/inlig.
3. Watter manier van dataversameling en -analise sal gebruik word?

Om Creswell se eerste vraag te beantwoord, is dit nodig dat 'n teoretiese filosofie hanteer moet word om aan die kennis-vereistes te voldoen. Aangesien hierdie studie in wese oor die verbetering van onderrig en leer van Wiskunde vir multigraadleerders gehandel het, word konstruktivisme as leerteorie kortliks hieronder asook in latere hoofstukke bespreek. Daar word ook aan die toepassing daarvan in die onderwys aandag gegee. Ander kenniselemente wat

aandag moes geniet, was dié van multigraadonderrig asook wiskunde-onderrig met spesifieke verwysing na die implementering van beter onderwyspraktyke in multigraadskole (grade 4–6). Bogenoemde word in hoofstuk twee in besonderhede bespreek. Vrae twee en drie word gedeeltelik hieronder behandel, maar ook in meer besonderhede in hoofstukke 3 en 4.

1.4 Konseptuele raamwerk

Die eis wat deur die Sentrum vir Multigraadonderrig aan hierdie studie gestel was, was om waar moontlik van 'n opvoedkundige ontwerpnavorsingsproses gebruik te maak.

Opvoedkundige ontwerpnavorsing (Van den Akker, 2009), het 'n tweeledige fokus op beide praktiese oplossings en verfyning van teoretiese kennis soos hierbo na verwys (McKenney en Reeves, 2013:538). 'n Ander vereiste is dat daar tydens so 'n studie samewerking en interaksies tussen navorsers, skrywers, beleidstoepassers, sentrumpersoneel, kurrikulumbeplanners asook onderwysers moet wees. Hierdie navorsingsmetode word veral op die terrein van kurrikulumontwikkeling ingespan (Van den Akker, 2009), vandaar ook die nuttige gebruik van die prototipe-materiaal tydens die assessering. Navorsing aan die hand van formatiewe evaluering is 'n stelselmatig uitgevoerde aktiwiteit tydens die fases van navorsingsontwerp, dataversameling, data-analise en verslagdoening. Hierdie aksies is gemik op gehalteverbetering van die prototipe en die geformuleerde ontwerpbeginsels Plomp en Nieveen (2009:93).

'n Projekspan het aan die hand van 'n ontwerpnavorsingsbenadering twee “produkte” voltooi, soos hieronder in die konsepmodel aangedui. Eerstens is 'n stel ontwerpbeginsels geformuleer na aanleiding waarvan die materiaal beplan en geskryf is. Tweedens is die leermateriaal vir die fase geskryf. Die oorkoepelende vraag wat hierdie studie aan die hand van formatiewe assessering moes beantwoord, het oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels asook die bruikbaarheid van die materiaal deur die onderwysers gehandel.

Deur 'n proses van formatiewe assessering is data eerstens deur 'n literatuurstudie en analise met behulp van navorsingsinstrumente deur kundiges ontwerp, versamel. Hierdie data is verwerk en aan die hand van geldigheid as kriteria geëvalueer. Die versamelde data is gebruik om beginsels daar te stel. Dié beginsels is gebruik om die meetinstrumente saam te stel. Met behulp hiervan is die eerste sub-vraag oor die geldigheid van die prototipe beantwoord. Die tweede sub-vraag het oor die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal gehandel. Navorsingsinstrumente wat gebruik is, was vraelyste en onderhoude. Versamelde data hieroor het die subvraag oor bruikbaarheid beantwoord.

Vervolgens moes die versamelde data verwerk word om sodoende 'n uitspraak te maak oor die geldigheid en bruikbaarheid van die materiaal. Laastens moet aanbevelings gemaak word oor

moontlike aanpassing van die materiaal of formaat asook nuttige wenke verskaf word oor kurrikulumontwikkeling wat uit hierdie aksie voortvloei.

Die konsepmodel vir formatiewe assessering oor geldigheid en bruikbaarheid van konsep-materiaal kan soos volg voorgestel word:

****Produkte**

Voltooide ontwerpbeginsels aan die hand waarvan konsep- Wiskundemateriaal beplan is – 'n teoretiese of kennis-beginsel

Voltooide leermateriaal vir Wiskunde vir multigraadskole (graad 4–6) – die produk vir 'n problematiese situasie

****Formatiewe assessering**

Fase 1: Dataversameling

1.1 Teorie – analise en ontwerp

Vraag: Is die ontwerpbeginsels van leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van multigraadskole, wat tydens die voorafondersoek en prototipe-fase saamgestel is, geldig?

Aktiwiteite: Formulering van ontwerpbeginsels ná literatuuroorsig, samestelling en besluite van komitees, waarde-oordeel deur vakkundiges.

Evalueringsmetodes: Uitsprake oor vakinhoud en tydsindeling, beginsels asook ontwerpbeginsels aan die hand van die volgende evalueringsmetodes: sifting, deurblaai en waardebeplanning deur kundiges.

1.2 Praktyk/produk-samestelling

Vraag: Vind die onderwysers die prototipe-leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas, bruikbaar?

Aktiwiteite: Formulering van ontwerpbeginsels ná literatuuroorsig, samestelling en besluite van komitees, skryf van prototipe-materiaal; waarde-oordeel deur onderwysers.

Evalueringsmetodes: Uitsprake oor bewustelikheid, versoenbaarheid en koste aan die hand van die volgende evalueringsmetodes: waardebeplanning deur onderwysers aan die hand van vraelyste en onderhoude.

Fase 2: Data-verwerking

2.1 Uitspraak oor geldigheid deur kundiges aan die hand van vakinhoud en tydsindeling, beginsels en pedagogiek asook ontwerp.

2.2 Uitspraak oor die bruikbaarheid deur onderwysers aan die hand van die kriteria van bevorderlikheid, versoenbaarheid en koste.

Fase 3: Algemene aanbevelings t.o.v. die geldigheid en bruikbaarheid van prototipe-materiaal

1.5 Teoretiese filosofie

Hierdie studie het 'n konstruktivistiese vertrekpunt as paradigma vir onderrig en leer gebruik. Daarmee word konstruktivisme nie gekies of uitgelig as die 'beste benadering' wat gevolg kan word nie. Woolfolk (2008:397) voer aan dat 'n keuse van die 'beste' benadering eintlik onnodig is aangesien teoretici graag oor die beste model argumenteer, maar toepaslike modelle kies vir hulle eie navorsingsprojekte. Konstruktivistiese perspektiewe vloei voort uit die navorsing van Piaget, Vygotsky, die Gestalt-sielkundiges, Bartlett en Bruner, sowel as die filosofie van Dewey. Konstruktivisme is 'n teorie wat gebaseer is op waarneming en wetenskaplike studies van hoe mense leer.

Volgens Jones (2002:12) het konstruktivisme 'n welkome verskyning gemaak na die behaviouristiese beweging van passiewe individuele leer en verwys daarna as "... a major shift away from individually-based instruction to instruction that incorporates and embeds teaching within the larger community of peers, younger students, as well as those who are older".

Konstruktivisme se grootste bydrae tot die onderwys is die verskuiwing in klem vanaf kennis as 'n produk na kennis as 'n proses. Hierdie siening beklemtoon die aktiewe rol wat leerders self tydens leer speel, wat vir hierdie studie kernbelangrik was (Peters, Le Cornu en Collins, 2003; Kanselaar, 2002). Ernst von Glaserfeld (1983) verwys na kennis as: "... the result of an individual subject's constructive activity, not a commodity that somehow resides outside the knower and can be conveyed or instilled by diligent perception or linguistic communication".

In hoofstukke twee en drie word in meer besonderhede na die praktiese toepassing van konstruktivisme in die onderwys gekyk. Dit word gedoen met die oog op die identifisering van sekere beginsels of teorieë wat op multigraad- en wiskunde-onderrig van toepassing is.

1.6 Literatuurstudie

Uit die literatuurstudie was dit duidelik dat 'n onderskeid getref moet word tussen stedelike en landelike primêre skole. Stedelike skole is normaalweg groter as landelike skole, met meer leerders en onderwysers vir elke graad; dus kenmerkend monograadklasse. In landelike gebiede is skole baie kleiner as in die stede met min leerders in elke graad, gevolglik behels die onderrigbenadering dikwels multigraadonderwys. Wanneer 'n waarde-oordeel oor die gehalte van onderrig en leer gemaak moet word, moet die aanduiders hoofsaaklik op strategieë en praktiese gefokus word aangesien daar groot verskille tussen die ouderdomme, behoeftes en uitkomstes van leerders is. Juis daarom kan 'n onderwyser nie 'n multigraadklas op dieselfde

manier hanteer as in 'n monograadopset nie. Multigraadonderrig en -leer het dus 'n spesifieke pedagogiese fokus. Alexander (2008:20) gee 'n goeie uiteensetting daarvan wanneer hy sê:

... national curriculum framework and teacher education programmes are premised on monograde staffing and teaching; ... Most critically, multigrade aligns with geography and poverty, and multigrade teachers therefore contend not only with generic pedagogical challenge for which they have not been trained – that of teaching a complete curriculum to students of widely-varying ages at the same time – but also with the contexts of professional isolation and rural poverty which make teaching difficult in any circumstances.

Volgens 'n oorsigtelike literatuurstudie is die omvang van bronne oor die onderwerp “multigraadonderrig” omvattend. Baie van die verwysings bestaan uit praktiese raad oor hoe om hierdie benadering in die klaskamer te hanteer. Andere weer wend pogings aan om die uitwerking en uitkomstes van verskillende benaderings tot multigraadonderrig te beoordeel. Combrinck (2011) is 'n voorbeeld van 'n plaaslike studie, terwyl 'n baie groter versameling van internasionale navorsing (Little, 2006) aan die Institute of Education, University of Londen onder leiding van Little (2007) en Pridmore (2007) gedoen is (sien ook Little, 2006).

Uit die literatuur blyk ook 'n onderskeid tussen multigraadskele in ontwikkelende lande en dié in ontwikkelde lande. So is navorsingsprogramme deur die Internasionale Sosio-ekonomiese Regte-Projek ISERP onderneem (Reynolds et al., 2002) in lande soos Brittanje, Kanada, China, Ierland, Nederland, Noorweë, Taiwan, die Verenigde State van Amerika en Australië. Alexander (2008:21) kritiseer hierdie navorsing wanneer hy sê: “The dominant setting ... was one of high GDP, high parental literacy and – especially significant in the context of pedagogy – monograde teaching in large urban schools.”

Uit die literatuur is die werk deur konsortiums van navorsingsinstitute en groot organisasies duidelik, waaronder die Consortium for Research on Education, Access, Transitions and Equity (CREATE), EdQual, Education Policy Unit (EPU), UNESCO, World Bank, die United Nations Children's Fund (UNICEF) en vele meer. Skrywers wat ook goeie bydraes tot die literatuur gelewer het, is o.a. BA Miller, P McEwan, DA Mason, S Veenman, E Hargreaves, C Berry, V Colbert, G Psacharopoulos, E Schiefelbei, AW Little en P Pridmore (vir meer besonderhede en fokusse van hulle werk sien Hooghoff en Joubert, 2010).

In hoofstuk twee word die literatuurstudie oor die belangrikste fokusse van hierdie studie, naamlik multigraadonderrig, Wiskunde-onderrig asook toepassingsmoontlikhede van die leerteorie van konstruktivisme wat vir hierdie studie onderneem is, bespreek.

1.7 Hoofstukindeling

Hoofstuk 1 dien as 'n algemene vertrekpunt vir die studie deurdat dit eerstens gekyk het na die historiese verloop asook redes vir die formatiewe assessering van die prototipe-materiaal. Daar is kortliks verwys na die navorsingsontwerp wat gekies is as benadering vir die beplanning en skryf van die eerste prototipe-materiaal. Konstruktivisme is ook uitgelig as 'n leerteorie geskik vir hierdie studie. Hierdie hoofstuk verskaf dus die grondslag vir ander hoofstukke wat volg.

In **hoofstuk 2** rapporteer oor 'n voorafondersoek aan die hand van 'n literatuuroorsig ten einde ontwerpbeginsels te identifiseer. Hierdie ontwerpbeginsels het as inhoud gedien vir navorsingsinstrumente om data te versamel en te ontleed sodat uitsprake oor geldigheid en bruikbaarheid van die prototipe-materiaal gemaak kon word. Naas 'n literatuuroorsig word ook na goeie praktyke nasionaal en internasionaal gekyk wat betref multigraadonderrig en Wiskunde as vakgebied in die intermediêre fase.

In **hoofstuk 3** word die navorsingsontwerp asook metodes en instrumente wat gebruik is vir data-versameling om die navorsingsvrae te beantwoord, bespreek. 'n Konseptuele navorsingsontwerp, die rol van die navorser asook etiese oorwegings kom ook aan bod.

In **hoofstuk 4** volg 'n bespreking van die data soos verwerk, sodat die eerste en die tweede subvrae volledig beantwoord kon word. Uitsprake word gemaak oor die geldigheid van die ontwerpformaat aan die hand van die kriteria van vakinhoude, beginsels asook kostes. 'n Waarde-oordeel oor bruikbaarheid van die prototipe-materiaal deur onderwysers word gemaak aan die hand van sub-kriteria soos instrumenteel, versoenbaarheid en koste.

Hoofstuk 5 verskaf die insigte wat bekom is soos beskryf in die eerste vier hoofstukke. Dié hoofstuk verskaf 'n samevatting, die bevindinge en gevolgtrekkings. Die oorkoepelende doel van die studie was om gehalte te verbeter; daarom word beperkinge uitgewys en aanbevelings gemaak ten einde die materiaal te verbeter. Die eerste siklus van formatiewe evaluering word hier voltooi.

1.8 Etiese oorwegings

Volgens Delpont, De Vos, Strydom en Fouché (2009:68-69) het 'n navorser die reg om enigiets na te vors, maar daarmee saam gaan die verantwoordelikheid om die etiese gehalte te handhaaf. Die etiek van verantwoordelikheid beteken dat die navorser bereid moet wees om verantwoordelikheid te aanvaar en verantwoordbaar te wees vir alle aspekte en gevolge van die navorsingsaktiwiteite.

Skriftelike toestemming om die studie te onderneem, is van die Wes-Kaapse Onderwysdepartement (WKOD), die betrokke skoolhoofde en hulle beheerliggame gekry. Deelname van die respondente was vrywillig en hulle is deeglik ingelig oor die doel, verloop en omvang van die studie. Alle inligting, ook die klankopnames, is en word as vertroulik beskou. Deelnemers wat onttrek het gedurende die proses is in geen stadium gepeenaliseer nie. Daar is deurgaans daarteen gewaak om geen skade, hetsy fisies of emosioneel te veroorsaak nie. Die navorser het ook verantwoordelikheid aanvaar om geen leerder bo 'n ander te bevoordeel nie.

Hierdie hoofstuk het probeer om 'n oorsigtelike beeld te gee oor die aanloop tot hierdie studie, asook die aksies wat beplan en geneem is om die navorsingsvrae te beantwoord. Beide multigraadonderrig en die onderrig van Wiskunde in gekombineerde klasse is as 'n groot probleem deur verskeie internasionale organisasies en navorsings geïdentifiseer. In hoofstuk twee volg 'n literatuuroorsig waar oor 'n analyse van situasies in multigraadskole asook van Wiskunde gerapporteer word om ontwerp spesifikasies te identifiseer.

HOOFSTUK 2

LITERATUURSTUDIE

Those who conduct research belong to a community of scholars, each of whom has journeyed into the unknown to bring back an insight, a truth; a point of light. What they have recorded of their journey and findings will make it easier for you to explore the unknown; to help you also discover an insight, a truth, or a point of light (Leedy en Ormrod, 2010:66).

2.1 Inleiding

Soos vanuit hoofstuk 1 afgelei kan word, is onderrig in 'n multigraadklas en spesifiek die onderrig van Wiskunde in so 'n klas 'n groot probleem. As aanloop tot hierdie studie is 'n projek aangepak waartydens prototipe-materiaal saamgestel is om genoemde probleem die hoof te bied. Die fokus van hierdie studie was om 'n waarde-oordeel oor die gehalte van hierdie prototipe-materiaal uit te spreek. Dit is aan die hand van twee navorsingsvrae gedoen, naamlik:

- Is die ontwerpbeginsels van leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van multigraadskole, wat tydens die voorafondersoek en prototipe-fase saamgestel is, geldig?
- Vind die onderwysers die prototipe-leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas bruikbaar?

Om bogenoemde doelstellings te realiseer, is van 'n opvoedkundige ontwerpnavorsing (Plomp en Nieveen, 2009) gebruik gemaak. Ontwerpnavorsing (soos in 1.4 bekend gestel) is 'n uitvloeisel van ingenieursdenke waar beide die teorie en praktyk (denke en doen) voortdurend ingespan word om 'n probleem op te los of antwoorde te verskaf. Hierdie beginsel is ook in hierdie studie nagevolg deurdat 'n literatuuroorsig (teorie/denke) eerstens onderneem is.

Soos die naam **literatuurstudie** aandui, verwys hierdie hoofstuk dus na 'n opgawe of die uithaal van die belangrikste denke vanuit die literatuur om die navorsingsprobleem te ondersoek. Dit is gedoen deur te kyk na wat andere op soortgelyke gebiede gedoen het. Hieruit het verskeie voordele soos die ontdekking van nuwe idees, benaderingswyses, bronne, wyses van hantering van probleemsituasies en interpretering van bevindinge voortgevloei. Dit was ook motiverend van aard wanneer uit die nalees van bronne bevestiging verkry kon word dat die onderwerp wat ondersoek word, die moeite werd is om te bestudeer (Leedy en Ormrod, 2010:66).

Ander doelstellings met 'n literatuurstudie is om die studie wat onderneem word, in ooreenstemming te bring met die beredenerings wat uit die literatuur voortvloei (Cooper, 1984; Marshall en Rossman 2006). 'n Kernaangeleentheid wat uit die literatuur na vore gekom het, is die plek en identiteit van multigraadonderrig in 'n onderwysstelsel. Creswell (2009:45) verwys ook na die sogenaamde 'dialoog' en gebruik resultate van soortgelyke studies om tendense te

bepaal. As gevolg van die doelstelings soos hierbo genoem, is 'n literatuurstudie 'n noodsaaklikheid om spesifieke temas en relevante denke te ondersoek. 'n Literatuuroorsig verskaf insig in die beperkinge asook omvang en diepte van verskillende temas (De Vos et al., 2009:263). Die literatuuroorsig moet 'n kort opsomming van die essensiële aanduiders wees asook die belangrikste skrywers in die betrokke veld identifiseer (Creswell, 2009:26).

Hierdie studie het van 'n literatuuroorsig gebruik gemaak om die onderwerp in te lei en vanuit die literatuur te leer wat gedoen is en nog gedoen moet word sodat 'n konseptuele raamwerk en ontwerpbeginsels geïdentifiseer kon word. Hierdie beginsels is aangewend om te bepaal of die prototipe-materiaal wat reeds ontwerp is, relevant en prakties bruikbaar was. Die resultate van die literatuurstudie is gebruik om ontwerpbeginsels van Wiskundemateriaal vir multigraadonderrig te ontwikkel. Aan die hand van die ontwerpbeginsels en deur middel van formatiewe evaluering, is beoog om uiteindelik aanbevelings te kan maak ten opsigte van gehalteverbetering van die materiaal vir multigraadonderrig.

2.2 Teoretiese aanloop

Aangesien hierdie studie deur die Sentrum vir Multigraadonderrig aangevoer en aangevra is, is gebly by die navorsingmetodologie soos deur die Nederlandse finansierders ontwikkel is. Samewerkingsooreenkomste met die SLO in Enschede, asook die navorsingsontwikkeling soos deur Plomp, Nieveen, Van den Akker en verskeie bekende name in hierdie benadering daargestel (Joubert, 2012). Al bogenoemde persone was oorspronklik verbonde aan die Universiteit van Twente wat as een van die geboorteplekke van ontwerpnavorsing gesien word.

2.2.1 Ontwerpnavorsing

Onder "Publications" op die SLO-webblad kan 'n verskeidenheid nagraadse verhandelinge bekom word om eerstephandse en praktiese inligting te verkry. 'n Elektroniese publikasie genaamd "Educational Design Research" (University of Twente, 2007) word op hierdie webwerf aangetref wat 'n seleksie is van ontwerpnavorsingsprojekte wat oor die jare suksesvol uitgevoer is. Dit bestaan uit twee afdelings waarvan afdeling A 'n inleiding tot hierdie benadering is. 'n Inleiding tot ontwerpnavorsing word verskaf wat as 'n geskikte navorsingsbenadering gesien kan word om ingewikkelde of komplekse probleme in die opvoedkundige praktyke die hoof te bied. Dit kan ook as 'n teorie gebruik word om 'n waarde-oordeel oor byvoorbeeld leerprosesse, probleme of soos in hierdie studie, 'n waarde-oordeel oor konsep-leermateriaal, uit te spreek.

Afdeling B van hierdie materiaal verskaf 'n versameling van 51 suksesvolle opvoedkundige ontwerpnavorsingsprojekte uit meer as 20 lande. Hierdie voorbeelde stel studente en beginner-

navorsers in staat om te leer hoe om 'n projek te ontwerp en uit te voer deur van 'n opvoedkundige ontwerpnavorsingsbenadering gebruik te maak.

Ook elders in die wêreld is hierdie benadering gebruik en verder ontwikkel. Reeds in 2008 verskyn 'n omvattende versameling werke onder redaksie van Kelly, Lesh en Baek. Hierdie publikasie verskaf 'n oorsig oor denke en voorbeelde van ontwerpnavorsing in die onderwys. Die outeurs se siening is dat ontwerpnavorsing op die bekendstelling van vernuwing in werklike praktyke konsentreer in teenstelling met die huidige beperkende praktyke van 'n laboratoriumverband. In die voorwoord tot die publikasie (Kelly et al., 2008:xiii) word soos volg hierna verwys:

Successful design research uses design processes, grounded in contexts of use, to inform and to be informed by the practice of research methods in order to develop principles, heuristics, models, and theories about design in learning and teaching settings. ... Design researchers are interventionist-observers.

Volgens Plomp en Van den Akker (1993) word ontwerpnavorsing gekenmerk deur die ontwikkeling van prototipe-produkte (kurrikulumdokumente en materiaal) met inbegrip van empiriese bewyse van hulle gehalte. Nelson (1996) en van den Akker (1999) onderskei tussen soorte ontwerpnavorsing, wat deur Nieveen, McKenney en Van den Akker (2006) as validering- en ontwikkelingstudies opgesom word. Valideringstudies het ten doel om leer- en onderrigteorieë te verbeter deur die ontwerp van leeromgewings en/of leerprogressie. Dit het die ontwerp, ontwikkeling en assessering en evaluering van die proses van leer as brandpunt. Ontwikkelingstudies het ontwerpbeginsels vir ontwikkeling van innoverende intervensies wat relevant is vir opvoedkundige praktyke, ten doel. Ontwikkelingstudies integreer resente en relevante kennis vanuit vorige navorsing asook opvoedkundige vernuwing wat voortvloei vanuit uittoetsing in die veld. Deur toepassing van die ontwerpproses word ontwerpbeginsels wat toekomstige ontwikkeling en implementeringsbesluite kontroleer, geïdentifiseer (Nieveen et al., 2006:153).

Belangrike aktiwiteite in ontwerpnavorsing is die sikliese aard (van analise-ontwerp, ontwikkeling, implementering, evaluering en refleksie) en die gebruik van formatiewe evaluering as 'n kernaktiwiteit om bewyse van gehalte te vestig en riglyne vir produkverbetering te genereer (Ottevanger, 2001). Wat hiermee verband hou, is Nieveen (1997) en Van den Akker (1999) se verwysing na drie belangrike vlakke of stadia in ontwerpnavorsing (sien ook Plomp en Nieveen, 2009), wat bekend staan as 'voorafondersoek', 'prototipe-fase' en 'assesseringsfase'. Die doel van die aanvangsanalise is om 'n prentjie te bekom van die begin- asook die potensiele eindpunt van 'n projek. Die werk wat tydens hierdie fase gedoen word sluit in konteks- en probleemanalise, literatuurstudie en analise van beskikbare belowende voorbeelde.

'n Literatuurstudie is 'n voorafondersoek wat help om ontwerpbeginsels te identifiseer. Sekere gehaltekriteria moet bepaal word om 'n aanvangsanalise uit te voer wat uit onderstaande komponente kan bestaan (De Vos et al., 2009:124), naamlik:

- 'n voorafondersoek van die verskillende elemente;
- 'n probleemanalise of omskrywing van die temas;
- 'n literatuuroorsig van die temas; en
- analise van beskikbare belowende voorbeelde uit die literatuur.

Die fokus van hierdie hoofstuk is om die eerste stap in die proses, naamlik 'n voorafondersoek, aan te pak aan die hand van 'n literatuuroorsig. Verbandhoudende literatuur oor die onderwerp word vervolgens bespreek. Die temas wat ondersoek moes word, is van die navorsingsvraag afgelei naamlik: "Is die ontwerpbeginsels van die eerste prototipe-materiaal geldig?" Die vraag verwys na die temas van 'n **leerteorie** (in hierdie geval konstruktivisme soos in hoofstuk 1 aangedui) asook **kurrikulumontwikkeling** (ontwerp van materiaal). Die tweede gedeelte van die navorsingsvraag het oor die "bruikbaarheid van die materiaal in die aanbieding van Wiskunde in 'n multigraadklas" gehandel. Dié gedeelte van die navorsingsvraag verwys na twee elemente naamlik **wiskundeonderrig** asook **multigraadonderrig**. Die ontwikkeling van 'n sterk toeretiese beredenering asook 'n uitspraak oor 'n produk, is hier gevolg. Vervolgens word na 'n basiese leerteorie (wat die onderliggende dryfveer in die onderwys is) gekyk met die oog op die formulering van beginsels vir ontwerp asook die maak van sekere aanbevelings.

2.2.2 Leerteorie: Konstruktivisme

In hoofstuk 1 is daar na konstruktivisme as 'n leerteorie gekyk. Vervolgens word 'n poging aangewend om vanuit die literatuur te bepaal hoe toepassingsmoontlikhede hiervan as basiese beginsels gebruik kan word om ontwerpbeginsels te bepaal. Aan die hand van hierdie ontwerpbeginsels sal 'n navorsingsontwerp (hoofstuk 3) saamgestel word aan die hand waarvan die relevansie en praktiese bruikbaarheid van die prototipe-materiaal beoordeel kan word (formatiewe assessering) vir produkverbetering. Aangesien leer die fokus van skole is, behoort leerteorieë aandag te geniet.

Voorbeelde van konstruktivistiese perspektiewe word in die werke van John Dewey, Maria Montessori en David Kolb aangetref (Lombardi en Rabays, 2011). Lombardi verwys ook na die werke van Piaget, Bruner en Vygotsky wat op jonger leerders se ontwikkeling van leer fokus. Hulle leerteorieë is op 'n progressiewe ontwikkeling van leerprosesse, asook ondersteuning deur 'n onderwyser gebaseer (Lombardi en Rabays, 2011:140).

Konstruktivisme verwerp nie die aktiewe rol wat onderwysers speel of die waarde van basiese kennis nie. Die rol van die onderwyser word aangepas sodat hy/sy leerders help om kennis saam

te stel eerder as dat 'n reeks feite verskaf word. Die leerder word ondersteun om van 'n passiewe ontvanger van inligting na 'n aktiewe deelnemer in die leerproses te groei (Woolfolk, Hughes en Walkup, 2008:417). Die onderwyser is die gids wat altyd die leerproses lei sodat leerders aktief hulle eie kennis kan saamstel en nie net outomaties kennis vanuit die handboek of vanaf die onderwyser ontvang nie (Jones en Bada, 2002:1). In 'n konstruktivistiese klaskamer verskuif die fokus vanaf die onderwyser na die leerder. Die klaskamer is nie langer 'n plek waar die onderwyser (die "kundige") kennis in leerders (as passiewe ontvangers van kennis) se koppe ingiet nie (Woolfolk et al., 2008:418). Volgens die konstruktivistiese model word die leerder aangemoedig om aktief by die proses van leer betrokke te raak. In onlangse jare het teoretici die tradisionele fokus op individuele leer verplaas om samewerkende en sosiale dimensies van leer te betrek (Kanselaar, 2002). Konstruktivisme erken nie net die uniekheid en kompleksiteit van die leerder nie, maar moedig dit ook aktief aan as 'n integrale deel van die leerproses (Jones en Bada, 2002:4). Konstruktivisme beklemtoon die belangrikheid daarvan dat die leerder aktief by die leerproses betrokke is (Le Cornu, Peters en Collins, 2003:4).

Leeraktiwiteite vereis van leerders om aktief betrokke te wees asook om daarvoor te praat en te reflekteer (Gomes, 2007:67). Hierdie leerproses maak hulle kundiges van hulle eie leer. Die skryf van joernale en refleksie oor hulle eie werk in samewerking met andere, is voorbeelde van so 'n werkwyse (Dalton, 2008:13). Die konstruktivistiese klaskamer steun swaar op samewerking tussen leerders (Jones en Bada, 2002:6). Wanneer leerders gesamentlik oor leerprosesse, strategieë en metodes nadink, vind leer baie effektiewer plaas as wanneer kennis aan leerders deur middel van instruksies oorgedra word. Leerders se huidige opvattinge en begrippe vorm die vertrekpunt van 'n konstruktivistiese benadering tot leer (Dalton, 2008:8).

Die klem is daarop om leerders te laat saamwerk deur idees te deel en mekaar se siening uit te daag en te bevraagteken (Slavin, 1995). Onderstaande is 'n kort opsomming van die siening van Vygotsky soos weergegee deur McCaslin en Hickey (2001) as voorbeeld van 'n konstruktivistiese leer.

Tabel 2.1: Vygotsky se siening van konstruktivistiese leer (McCaslin en Hickey, 2001:34)

Kennis	Word saamgestel en gebou op ander deelnemers se bydrae.
Leer	Gesamentlike samestelling van sosiaal gedefinieerde kennis en waardes. Vind tydens sosiale geleentheid plaas.
Onderrig	Onderwysers en leerders stel gesamentlik kennis saam.
Rol van die onderwyser	Fasiliteerder, gids en gesamentlike deelnemer stel gesamentlik verskillende interpretasies van kennis saam, luister na sosiaal-konstruktiewe voorstelle
Rol van maats	Vorm deel van die proses van kennissamestelling
Rol van die leerder	Aktiewe denker, verduideliker, interpreteerder, vraagsteller en aktiewe sosiale deelnemer.

Baie duidelike temas uit bogenoemde opsomming is die gesamentlike asook individuele deelname deur leerders, aktiewe kennissamestelling asook die fasiliteringsrol van 'n onderwyser.

Die konstruktivistiese leerteorie behels twee hoofgedagtes, naamlik dat leerders **aktief betrokke** is sowel as **sosiale interaksie** by kennissamestelling (Bruning, Schraw, Norby en Ronning, 2004). Konstruktivistiese aktiwiteite word soos volg deur Windschitl (2002:133) voorgestel om betekenisvolle leer aan te moedig.

- Onderwysers brei uit op leerders se gedagtes en ervarings in verband met **sleutelonderwerpe** en stel dan leersituasies saam wat leerders help om op hulle huidige kennis uit te brei of om dit te herstrukturer.
- Onderwysers verskaf aan leerders 'n verskeidenheid bronne sowel as die tegnieke wat nodig is om leer te medieer. Leerders werk saam en word ondersteuning gebied om betrokke te raak by **taak-georiënteerde dialoog**.
- Onderwysers maak hulle eie denkprosesse duidelik aan leerders en moedig hulle aan om dieselfde te doen deur dialoog, skryf, teken en ander voorstellings.
- Leerders word gereeld gevra om **kennis toe te pas** in 'n verskeidenheid en oorspronklike opsigte, om gedagtes te verduidelik, tekste te interpreteer, verskynsels te voorspel en argumente saam te stel wat op bewyse gebaseer is, eerder as om uitsluitlik op die regte antwoorde te konsentreer.
- Onderwysers moedig leerders se **reflektiewe en eie denke** aan soos hierbo bespreek.
- Onderwysers maak van 'n verskeidenheid **assesseringstrategieë** gebruik om te verstaan hoe leerders se gedagtes ontwikkel en om oor die prosesse sowel as die produkte van hulle denke terugvoering te gee.

Bogenoemde beginsels dui die rol van die onderwyser baie duidelik aan. Dit korreleer goed met die bekende lesstruktuur soos deur Madeleine Hunter ontwikkel en wat internasionaal vir lesbeplanning gebruik word (Hunter, 1984:169–192). 'n Implikasie van Vygotsky se teorie (Vygotsky, 1930:35) van kognitiewe ontwikkeling is dat leer en begrip onderrig en kommunikasie vereis. Leerders moet hard werk aan probleme in hulle 'sone van proksimale ontwikkeling' (dus leer wat binne hulle bereik is) en hulle benodig die ondersteuning ("scaffolding") wat deur interaksie met 'n onderwyser en ander leerders verskaf word (Vygotsky, 1930:36). McCaslin and Hickey (2001:137) formuleer dit soos volg: "Scaffolding is a powerful conception of teaching and learning to which teachers and learners create meaningful connections between teachers' cultural knowledge and the everyday experience and knowledge of the students."

Twee praktiese toepassings van konstruktivisme wat vir hierdie studie van rigtinggewende waarde was, staan bekend as die sogenaamde ‘onderrig-gesprek’ en ‘kognitiewe vakmanskap’ (Woolfolk, 2008:424–425).

Onderrig-gesprek dui op ’n situasie waarin individuele leer deur interaksie met onderwysers en/of maats plaasvind. Onderrig-gesprekke is ontwerp om leer te bevorder aangesien inhoude, vaardighede of waardes doelgerig aan bod kom. ’n Ontspanne en deelnemende situasie word geskep waar informele lesings of tradisionele besprekings opsy geskuif word. Hierdie gesprekke vind plaas in klein groepies of ’n individuele situasie en word as van die suksesvolste onderrigstrategieë beskou (Woolfolk, 2008:423). Tydens onderrig-gesprekke is dit die onderwyser se taak om leerders almal kognitief betrokke te kry deur deurtastende besprekings.

Deur die eeue is bewys dat **vakmanskap** ’n baie effektiewe vorm van onderwys is. Deur saam te werk langs ’n meester en ander vakmanne, kon jong mense progressief ’n vaardigheid aanleer deur voortdurend ’n kundige langs hom/haar te hê wat as afrigter en later as mentor hulle kon ondersteun totdat hulle op hulle eie kon werk (Woolfolk, 2008:62-63). Kundige gidse verskaf modelle, demonstrasies en regstellings sowel as ’n persoonlike verhouding wat motiverend van aard is. Dit is nie ’n kunsmatige teoretiese aktiwiteit nie, maar die werklikheid wat vir die leerder belangrik is om aan te leer en te groei tot ’n mate van kundigheid wat topprestasie verteenwoordig (Hung, 1999).

Dit is veral die sosiale samewerking en leer wat feitlik op dieselfde beginsels van ontwerpnavorsing soos hierbo aangedui, funksioneer. Deur die proses van vaardigheidsbemeestering word spesifieke vaardighede en kennis ontwikkel. Le Cornu, Peters en Collins (2003:12) verwys hierna wanneer hulle beweer: “Students then learn how to explain their thinking, elaborate on their responses and pursue further avenues for learning. In this way, students are further able to take control of their learning. They learn not just to work together socially, but also intellectually”.

Alan Collings (1989) en sy kollegas voer aan dat kennis en vaardighede wat leerders in skole ten tye van hulle navorsing geleer het, heeltemal geskei was van die gebruik daarvan in die werklike lewe buite die skoolmure. Ironies genoeg is dit vandag (2014) nie veel anders nie. Om hierdie probleem reg te stel, beveel sommige onderwysers aan dat skole baie van die eienskappe van vakmanskap in die skool moet gebruik. Hier word verwys na ’n situasie waar die klem moet val op vaardighede soos byvoorbeeld wiskundige probleemoplossings. Daar is baie modelle vir **kognitiewe vakmanskap**, maar die meeste modelle demonstreer die onderstaande ses eienskappe:

- die leerders/vakmanne werk saam met ’n leermeester/kundige (ook ’n onderwyser genoem) wat die korrekte uitvoering van die taak modelleer;

- leerders kry eksterne ondersteuning van hulle leermeester waaronder wenke, terugvoering, modelle asook aanduiders;
- leerders ontvang konseptuele ondersteuning wat geleidelik weggeneem word soos hulle meer bekwaam raak;
- leerders kommunikeer hulle kennis voortdurend met die onderwyser en hulle portuurgroep;
- leerders reflekteer oor hulle vordering en vergelyk hulle uitvoering met dié van hulle eie mentor of afrigter om sodoende hulle vordering te bepaal en verdere progressie te identifiseer; en
- daar word van vakmanne verwag om ook nuwe vaardighede en kennis te ondersoek wat anders is as dié wat hulle na die voorbeeld van hulle leermeester ingeoefen het.

As novices learn, they are challenged to master more complex concepts and skills and to perform them in many different settings (Shuell, 1996).

Die sosiale prosesse van leer deur deelname, voorbeelde, kommunikasie en progressiewe vordering wat aan leerders baie duidelik is, help leerders om sekere geïdentifiseerde vaardighede en kennis onder die knie te kry asook om waardes daartoe by te voeg (Le Cornu et al., 2003:11-12). Konstruktivisme is 'n benadering wat sekere eienskappe openbaar wat in ooreenstemming is met die opvoedkundige ontwerpnavorsing en beide benaderings of denkrigtings aan hierdie studie verskaf het. Hierdie benadering vorm die grondslag vir die pedagogiek vir multigraadonderrig.

2.3 Multigraadonderrig

Die uitvoerende direkteur van Escuela Nueva, Vicky Colbert de Arboleda (2010), het reeds van die 1970's bewus geraak van die uitdagings waarmee multigraadskole te doen het. 'n Effektiewe, werkbare en volhoubare model (word bespreek onder 3.5) het hieruit gespruit. Die uitvoerende direkteur van Escuela Nueva gee in tabel 2.2 'n beskrywing van multigraadskole en wat dit behels (Colbert de Arboleda, 2010).

Tabel 2.2: Beskrywing van multigraadskole en wat dit behels

<p>What is multi-grade schooling?</p> <ul style="list-style-type: none"> • One or two teachers have to work simultaneously with all primary education grades • Multi-grade schools exist in both, developed and developing countries especially in low density and scattered populations <p>What does it require?</p> <ul style="list-style-type: none"> • That learners be organised in small groups • The development of flexible and personalised learning strategies • The development of learning guides (interactive textbooks) specially designed for

- | |
|--|
| <p>independent learning and cooperative work</p> <ul style="list-style-type: none">• Quality teacher training and instructional delivery methods are core of effective multi-grade teaching.• Multi-grade schools are not a second class option |
|--|

2.3.1 Konseptuele verklaring

Navorsing dui op 'n groot verskeidenheid en verskille tussen lande of gebiede in 'n land wat betref toegang deur landelike huishoudings tot noodsaaklike besittings en dienste, waarby onderwys ingesluit is (UNESCO, 2010). Nieteenstaande grootskaalse vordering sedert 2000 met die internasionale Education for All (EFA) en die sogenaamde Millennium-ontwikkelingsdoelstellings" ten opsigte van skoolbywoning van leerders, is daar ten minste 72 miljoen leerders wat in 2007 nie skole bygewoon het nie (Little, 2007:7). 'n Rede hiervoor is dikwels toe te skryf aan die plek waar die leerders woon of die gesin waaraan hulle behoort. Alhoewel baie leerders skole bywoon, leer van hulle baie min en verlaat die skole sonder dat hulle die basiese vaardighede van taal en wiskunde onder die knie kry (Gasperini, 2003:14). Hierdie tendens kom veral in arm landelike gebiede voor (UNESCO, 2004:9). Dikwels is die bevolking wydverspreid en afgeleë met die gevolg dat daar te min leerders is om 'n tradisionele laerskool te regverdig. Onder sodanige omstandighede kom multigraadskole tot stand (The World Bank Sub-Saharran Africa, 2013.)

Hoewel multigraadskole al vir dekades oor die wêreld heen voorkom – en die kans skraal is dat dit ooit gaan verdwyn, word hierdie manier van onderrig deur owerhede en opvoedkundige beplanners geïgnoreer (Little, 2007:10). Die sogenaamde monograadskole (groot skole in digbevolkte stedelike gebiede) waar 'n onderwyser net vir een graad verantwoordelik is, dien as model vir die kurrikulum, onderwysersopleiding, onderwys- en leermateriaal, assessering en evaluering-strategieë vir alle skole en onderwysers. Sentrale beheer oor onderwys is die norm en alle soorte skole word as dieselfde beskou, naamlik as monograadskole (Joubert, 2010:2). Omdat multigraadonderwys die armstes onder die armes verteenwoordig, is daar min stemme wat hierteen protesteer (Hooghoff en Joubert, 2010).

CREATE (2008:1) beskryf die term **multigraadonderrig en -leer** as die omstandighede waar een onderwyser op dieselfde tydstip vir leerders in twee of meer kurrikulumgrade verantwoordelik is. Multigraadonderwys is 'n strategie om beter onderrig en leer aan leerders te verskaf in situasies waar daar slegs 'n beperkte aantal leerders is wat 'n onderwyser vir elke graad onprakties maak. Daar word van 'n multigraadonderwyser nie net verwag om 'n volledige kurrikulum tegelyk aan leerders van 'n groot verskeidenheid ouderdomme te onderrig nie, maar om ook tred te hou met 'n agtergrond van professionele isolasie en landelike armoede wat onderrig baie moeilik maak (Alexander, 2008:9). Multigraadskole word in geïsoleerde landelike gebiede van beide ontwikkelde en ontwikkelende lande aangetref (Education Policy Consortium,

2011:3). Die definisie van Jordaan en Joubert (2008:7) word vir hierdie studie as die geskikste beskou. Hulle kom tot dié slotsom rakende landelike multigraadskole in Suid-Afrika:

Geografiese geïsoleerde gebied is buite die grense van stedelike gebiede; gekenmerk word deur leerder-gesentreerde klaskamers waar ten minste twee of meer grade onderrig word; hierdie leerders beskik oor verskillende vermoëns en vlakke en ontvang hul onderwys in een klaskamer met dieselfde onderwyser vir twee of meer jare.

Die sleutelwoord in enige besprekings oor multigraadonderrig is **buigsaamheid**, gegewe die verskeidenheid in multigraadonderrig. Daarom is een van die grootste hindernisse in die verbetering van multigraadonderrig die onbuigsaamheid van 'n graadgebaseerde kurrikulum. Berry (2007:27) is 'n sterk voorstander daarvan dat elke individuele leerder in 'n multigraadskool klaskamerervaringe sal beleef wat voldoen aan sy of haar kognitiewe en sosiale behoeftes. Hierdie beginsel wat bekend staan as **kindgesentreerde onderwys** staan sentraal tot multigraadonderrig in die vorm van **selfgerigte en samewerkende leer** (Gomes, 2007:16). Dit is die goue draadjies wat deur multigraadonderrig geweef behoort te wees.

Kurrikulumorganisasie vir multigraadonderrig

Hoe onderwysers hulle tyd tussen leerders in 'n multigraadklaskamer verdeel, is 'n goeie aanduiding van leergeleenthede aan elke kind. Indien 'n onderwyser twee grade in een klaskamer moet onderrig en tyd gelykop tussen die twee grade moet verdeel, sal beskikbare tyd vir elke graad gehalveer word (Hargreaves et al., 2001). Uit eie ervaring is dit duidelik dat 'n groot persentasie multigraadklaskamers so 'n monograadbenadering toepas deurdat elke graad afsonderlik onderrig word.

Hierna volg 'n uiteensetting van die verskillende benaderings soos in multigraadklasse aangetref word. Soos hierbo, vanuit 'n konstruktivistiese leerfilosofie duidelik blyk, leer leerders nie noodwendig net deur na onderwysers of volwassenes te luister nie, maar deur self te doen ook. Dit blyk dat leerders nie altyd van volwassenes afhanklik is vir leer nie, maar soms van leermateriaal en portuurgroep.

Wêreldwyd word daar vier verskillende benaderingswyses in multigraadonderrig geïdentifiseer. Dit is kwasi-monograad, differensiering van die kurrikulum, multijaar-kurrikulumverspreiding en die materiaal- en leerdergesentreerde benadering (Little, 2007:310; Pridmore, 2007:6). Die volgende afdeling bied 'n bespreking van elkeen van die benaderingswyses.

– Kwasi-monograad

Die kwasi-monograadbenadering word in die meeste ontwikkelende lande gebruik (Little, 2007:310; Pridmore, 2007:6). Kwasi-monograad impliseer dat 'n onderwyser 'n multigraadklas so organiseer dat hy/sy dit as 'n monograadklas kan aanbied. Daar is drie verskillende maniere waarop die benadering uitgevoer word.

- Eerstens word die verskillende grade in hulle graadgroepe ingedeel. Die onderwyser kan van 'n leerder gebruik maak om te help met toesig terwyl sy/hy 'n ander graad onderrig.
- Tweedens word vakke wat baie aandag van die onderwyser verg, gekombineer met vakke wat minder aandag verg. Die onderwyser is besig by die een graad, terwyl die ander graad sonder toesig met vooraf opgestelde aktiwiteite voortgaan.
- Derdens kan dit gebeur dat dieselfde vak op twee of drie verskillende vlakke aangebied word. In dié geval is al die betrokke grade, op dieselfde tydstip, met een vak besig, maar elke graad doen hulle eie werk volgens die spesifieke graadvlak. Die onderwyser verdeel sy/haar tyd en aandag tussen die grade (CREATE, 2008:2-3).

Skoolbesoeke wat deur (Mulryan-Kyne, 2004) in Viëtnam, Senegal en Ierland gedoen is, het getoon dat goed opgeleide, gemotiveerde en hardwerkende onderwysers in goed toegeruste skole dit steeds moeilik vind om op die kwasi-monograad-metode twee of meer grade in een klasruimte te onderrig. Die klasse wat in die genoemde lande ondersoek is, was almal oorheersend onderwyser-gedrewe en daar was geen of baie min interaksie tussen leerders. Dit op sigself is 'n probleem omdat dit vir 'n multigraadonderwyser byna onmoontlik is om die hele dag vir elke leerder beskikbaar te wees (Pridmore, 2007:6). Tweedens help interaksie tussen leerders die leerders om nuwe kennis te konstrueer en vas te lê (Roodt en Janse van Rensburg, 2003:15). Volgens Vygotsky (1930) word leerders se potensiaal slegs bereik wanneer hulle in hulle omgewing met mense, dus ook met hulle maats, in interaksie is. Vygotsky (1930:75) verklaar dit soos volg:

We propose that an essential feature of learning is that it creates the zone of proximal development; that is, learning awakens a variety of internal developmental processes that are operating only when the child is interacting with people in his environment and in cooperation with his peers. Once these processes are internalized, they become part of the child's independent developmental achievement.

– Multijaar-kurrikulumverspreiding

'n Tweede benaderingswyse is dié van multijaar-verspreiding. Dit beteken dat twee grade se beplande kurrikulum oor twee jaar gedek word. As grade 5 en 6 dus saamgegroepeer word, doen die hele klas graad 5-werk in een jaar en in die volgende jaar doen die hele klas dan graad 6-werk.

Die volgorde maak in dié geval nie saak nie, solank die leerders die twee jaar voltooi (Little, 2007:310). Dit is te verstane waarom CREATE (2008:3) multijaar-verspreiding as slegs 'n ander soort kwasi-monograad-benaderingswyse sien aangesien die onderwyser die multigraadklas as 'n monograadklas aanbied. Tog is daar 'n paar verskille wat baie definitief met dié benadering na vore kom. Die multijaar-kurrikulumverspreiding model leen hom tot integrasie van inhoud en doelwitte, en sal tot sy reg kan kom as temas en projekte goed beplan word. Hierdie benadering skep 'n ideale geleentheid vir die gebruik van vaardige leerders om die jong of minder vaardige leerders te help. Die onderwysers kry ook meer tyd om leerders by te staan, want hulle hoef nie die hele tyd tussen die verskillende grade te beweeg nie (Pridmore, 2007:11). Die multijaar-kurrikulumsiklus daag Piaget se stappe (Woolfolk, 2007:38-39) van ontwikkeling en die gereedheid van die leerder om na die volgende vlak te beweeg, behoorlik uit (Case, 1985:13). Dit kan miskien met sekere vakke werk, maar by 'n vak soos Wiskunde sal die multijaar-benadering nie werk nie omdat wiskundige begrippe progressief op mekaar voortbou. Leerders moet dus eers sekere kennis baasraak voordat hulle na die volgende vlak kan aanbeweeg (Combrink, 2011:9).

In die praktyk kom 'n ander onoorkomelike probleem na vore. Gestel grade 5 en 6 is gekombineer en dit is die jaar waarin die klas die graad 5-kurrikulum volg. Wat gebeur as daar 'n nuwe leerder na daardie skool se graad 6-klas kom? Dit sou beteken dat daardie leerder die graad 5-kurrikulum vir twee agtereenvolgende jare doen, en daarna na graad 7 kan vorder.

– **Differensiasie**

'n Derde benaderingswyse word differensiasie genoem. Dit beteken dat al die graadgroepe dieselfde onderwerp of tema behandel. Die onderwyser lei die onderwerp in en sluit dit ná die tyd met die hele klas af. Tydens die gesamentlike opening en afsluiting moet vraagstelling goed beplan wees om leerders van alle vlakke te stimuleer. In die middelste gedeelte van die les doen elke graad hulle eie aktiwiteite volgens hulle ontwikkelingsvlak. Die aktiwiteite en die onderwyser se tyd moet baie goed beplan word. Skriftelike aktiwiteite en spesifieke opdragte moet elke dag gereed wees om die metode tot sy reg te laat kom (Little, 2007:310). Die benadering gee geleentheid vir sinvolle koöperatiewe werk, maatondersteuning en onafhanklike werk (Combrink, 2011:9). Met deeglike kurrikulumbeplanning kan Bloom se taksonomie (Benjamin, 1984:4; Forehand, 2012:6) met groot vrug tydens dié benaderingswyse toegepas word, maar die benadering is onderwysergerig. Die sukses hang alles van die onderwyser af. Dié strategie hou vir multigraadonderwysers groot voordele in, mits die Nasionale Departement van Basiese Onderwys (NDBO) ondersteuning sou kon aanbied met die beplanning, die verskaffing van materiaal, aktiwiteite en klashulp. Suksesverhale in hierdie verband is reeds aangeteken (Venter, 2011:48).

Materiaal- en leerdergesentreerde benadering

Little (2007:310) beskryf die materiaal- en leerdergesentreerde benadering so: "The curriculum is translated into self-study graded learning guides. Learners work through these at their own speed with support from the teacher and structured assessment tasks. Learning is constructed as involving a relationship between learner, learning materials and teacher."

Little (2007:318) se siening berus op 'n benadering wat begin by die verandering van materiaal eerder as dat die kurrikulum verander. Die leermateriaal word so ontwerp dat dit die leerder en die onderwyser help om die huidige kurrikulum te volg en deur te werk. Terwyl die onderwyser op die individuele leerder fokus, verseker die materiaal dat elke leerder progressief volgens die voorgeskrewe kurrikulum vorder. Met dié benadering werk elke leerder teen sy/haar eie tempo deur die leergids terwyl die onderwyser die proses monitor en as 'n fasiliteerder optree (CREATE, 2007:3-4).

Tydens 'n intervensie soos in Suid-Afrika aangepak (Boonzaaier, 2008) was dit duidelik dat die oorgrote meerderheid skole die kwasi-monograad-organisasie volg. Die eerste ontwikkelingstap wat deur die projek aangepak is, was om 'n verskuiwing vanaf 'n kwasi-monograad-benadering na 'n gedifferensieerde benadering te bewerkstellig. Dit verseker dat leerders nie so lank vir die onderwyser sit en wag nie, en dat hulle konstruktief met werk kan besig bly. Uit die literatuur vanuit Colombia en Indië is dit duidelik dat die meeste sukses met die leerder- en materiaal-gesentreerde benadering behaal is. Berry (2007:320) verwys na die voordele van hierdie benadering wanneer hy beweer: "... the learner and materials-centred strategy. In the multi-grade classes students spent a substantial amount of time in independent and interdependent learning and were supported in this by their materials."

– Verskille tussen multigraadonderrig en monograadonderrig

Die pedagogiek van multigraad- en monograadonderrig verwys na die manier waarop die onderwyser beplan, organiseer, onderrig en die benadering of strategie wat gevolg gaan word om leer te laat plaasvind (Australia, 2004:iii). Multigraadskole wat die wêreld oor reeds sukses behaal het, het 'n goed beplande multigraadpedagogiek ontwikkel vanuit die materiaal- en leerdergesentreerde benadering (Combrinck, 2011:24). Materiaal wat dié benadering ondersteun, opleiding oor hoe om die benadering te onderrig en volgehoue ondersteuning aan onderwysers het bygedra tot dié sukses (Blum en Divan, 2007:14). Chris Berry (2007:37) identifiseer vyf kategorieë vir 'n suksesvolle multigraadpedagogiek, naamlik groepering, kaskamerorganisasie, inter- en onafhanklikheid van leerders, assessering en beplanning.

In sy referaat het Miller (1991) die onderwerp “A review of the qualitative research on multi-grade instruction” bespreek. Daarin is verslag gedoen oor studies wat in multigraadklaskamers in Kanada, Finland, Indië, Korea, die Maledives, Nepal, Thailand (die Filippynse Eilande), die Filippyne, Sri Lanka, Indonesië sowel as in die Verenigde State onderneem is. Tydens sy aanbieding het Miller ses sleutelveranderlikes, soos in navorsing geïdentifiseer, uitgelig wat suksesvolle multigraadonderrig tot gevolg het, naamlik:

1. klaskamerorganisasie wat leerders se leer, onafhanklikheid en interafhanklikheid fasiliteer;
2. klaskamerbestuur en dissipline wat leerders se verantwoordelikheid vir hulle eie leer beklemtoon;
3. onderrigorganisasie en 'n kurrikulum wat voorsiening maak vir die maksimum samewerkende/koöperatiewe en selfgerigte leer;
4. onderriglewering en groepering wat die gehalte van onderrig verbeter;
5. selfgerigte leerstrategieë; en
6. maatstutor.

Tydens dieselfde konferensie is 'n te kort aan verskillende vlakke en soorte materiaal as algemene probleemareas in multigraadonderrig geïdentifiseer. In 'n opvolgstudie deur Berry (2007:37–43) bepaal hy die verskille tussen multigraad- en monograadonderwys wat betref die manier waarop hulle georganiseer, beplan asook onderrig word. Onderstaande elemente is gevolglik geïdentifiseer:

- klaskamerorganisasie;
- beplanning;
- assessering;
- groepering vir onderrig; en
- onafhanklikheid en interafhanklikheid.

Die tweede navorsingsvraag moes antwoorde verskaf oor die verskille wat pedagogiek op leergeleenthede vir leerders in multigraad- en monograadklasse kan hê. Bogenoemde analise suggereer vyf maniere waarop leergeleenthede in genoemde twee soorte klaskamers kan verskil asook die uitwerking wat hierdie leergeleenthede op die vordering van leerders het.

- verminder direkte onderrig;
- buigbaarheid van die kurrikulum;
- leerders leer om te leer;
- uitwerking van maatsonderrig; en
- uitwerking van kleingroeponderrig.

Volgens Berry (2007:43) is daar 'n dringende behoefte aan kurrikulum-herkonstruksie wat die bestaande graad-paradigma in twyfel trek. 'n Onderrigbenadering wat meer inklusief is en wat

leerder-verskeidenheid met gegradeerde materiaal aanspreek. Huidige leermateriaal en handboeke bied min geleentheid om met leerders op verskillende ontwikkelingsvlakke te werk. Onderrig moet dus gedifferensieer word (South Afrika, 2009:370; Taylor en Vinjevold, 1999:183). Hoewel die Departement van Onderwys tans die bogenoemde behoefte aan leermateriaal in skole aanspreek (South Afrika, 2011:31), is geen bewyse van sukses (te oordeel aan die swak uitslae) nog aangesteken nie (kyk 4.1.1 van hierdie navorsing).

2.3.2 Literatuuroorsig

Nieteenstaande die feit dat 'n omvattende literatuuroorsig oor multigraadonderrig beskikbaar is, is min navorsing oor materiaal vir multigraadskole nog gedoen (Berry, 2007 soos in Little, 2007:29). Die Institute of Education, University of London, het sedert 1988 'n navorsingsprogram geïmplementeer wat as "Learning and teaching in multi-grade settings" bekend staan. 'n Publikasie gebaseer op die oorspronklike navorsing (Little, 2007) uitgevoer in Colombia, Engeland, Ghana, Malawi, Nepal, Sri Lanka, die Soedan, Peru, Turkye en Viëtnam is deur die instituut uitgegee. Vanuit dié versamelde werk is die groot verskeidenheid omstandighede, fasiliteite, asook die verskeidenheid leerders in multigraadklasse duidelik. Uit die studie blyk dit dat daar geen effektiewe universele benadering vir alle situasies in multigraadklaskamers bestaan nie.

Daar word van onderwysers verwag om die individuele behoeftes van alle leerders in klaskamers te akkommodeer. Verder moet onderwysers voldoen aan die vereistes van die owerhede ten opsigte van elke vak vir die graad waarvoor hulle verantwoordelik is. Hierdie omstandighede maak gehalte-onderrig baie moeilik. Vandaar die groot uitvalle asook swak standaarde van die basiese vaardighede van leerders aan die einde van so 'n skoolfase.

Dit is belangrik om te verwys na die inisiatief deur die Sentrum vir Multigraadonderrig wat van 2009 tot 2012 as onafhanklike sentrum aan die KSUT gefunksioneer het. Verskeie publikasies asook meesters- en doktorsale studies het reeds aan hierdie sentrum die lig gesien, waarvan hierdie studie ook een is.

Volgens Little (2007:340) was dit in al die lande waar navorsing gedoen is, uiters moeilik om inligting oor multigraadskole te bekom. 'n Databasis oor multigraadskole, -klasse, -getalle, -onderwysers en -leerders kon nêrens opgespoor word nie. Nie UNESCO of die nasionale ministers van onderwys en opleiding in die onderskeie lande het 'n poging aangewend om bogenoemde data te bekom nie. Die redes en die gevolge van bogenoemde beskryf sy soos volg:

This absence of information reinforces the general invisibility of multi-grade schools and the challenges posed for teaching and learning in these settings. Many educational policymakers, planners, professional support staff and the public at large,

are unaware of the extent and the nature of the needs of multi-grade classes. Since curriculum, educational materials, teacher preparation and assessment systems are predicated on monograded schools and classes, it is hardly surprising that many teachers hold negative attitudes towards their role in the multi-grade classes (eie onderstreping) (Little, 2007:340).

2.3.3 Konteksanalise

Volgens 'n studie wat deur United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2004) onderneem is, ignoreer onderwysdepartemente steeds die realiteit van multigraadonderrig. Dit terwyl daar 30% van die wêreld se leerders in multigraadskole is. In Afrika is meer as 50% leerders in multigraadskole (Combrink, 2011:18).

In Suid-Afrika is die situasie nie anders as in die res van die wêreld nie. Joubert (2010:1) asook die EPC (2011:8) toon dat daar amper drie miljoen leerders in die primêre fase in landelike multigraadskole is, wat 30 persent van al die laerskole in Suid-Afrika uitmaak. Aangesien daar geen beleide en wetgewing bestaan wat met multigraadskole in die besonder verband hou nie, word daar van onderwysers in dié skole verwag om oor die weg te kom met 'n monograadpedagogiek.

In die meeste gevalle ontstaan multigraadklasse in plattelandse gebiede wat gekenmerk word deur 'n lae en 'n wydverspreide bevolking. Skole met multigraadklasse kom algemeen in gebiede met lae sosio-ekonomiese omstandighede voor (CREATE, 2008:1). UNESCO (2004:7) stel dit so: "Multi-grade schools are often the only way to ensure quality education in rural and remote areas with low and scattered population." In die bogenoemde gebiede is multigraadskole al toegang wat leerders tot onderrig het.

2.3.4 Probleemanalise

Uit die literatuur en navorsing is die swak omstandighede en gehalte van opvoeding en onderrig in landelike multigraadskole baie duidelik. Reeds 2004 kom Mbelle in 'n verslag oor die "Forgotten Schools"-projek tot die slotsom dat die Suid-Afrikaanse regering nie daarin geslaag het om die regte tot basiese onderwys vir leerders in multigraadskole te beskerm nie. In 2005 kom Samuel (2005:8) amper tot dieselfde slotsom in 'n verslag (education in South African rural communities report) oor 'n studie waarby 144 landelike skole in en om KwaZulu-Natal, the Eastern Cape and Limpopo betrokke was. Die meerderheid leerders in 'n demokratiese Suid-Afrika ontvang baie minder opvoeding as waarop hulle geregtig is. In 'n onlangse verslag deur die Education Policy Consortium (EPC) (2011:70) oor multigraadonderrig in landelike gebiede, kom die skrywers tot die slotsom dat multigraadonderrig in Suid-Afrika aangeskep word: "This constitutes a marginalisation of the poor and voiceless in our society, for whom multi-grade education is a reality."

Met miljoene leerders tans in landelike skole in Suid-Afrika, behoort dit vir die NDBO 'n prioriteit te wees om gehalte, gelykheid van toeganklikheid in hierdie skole te verseker. In 'n verslag van die onderwysdepartement (DoE, 2005:8) word die probleemsituasie van landelike plaasskole in Suid-Afrika (SA) as desperaat beskryf. Juis as gevolg van die groot getalle landelike multigraadskole in SA, is dit duidelik dat hierdie skole nog baie jare sal voortgaan met hulle werk. In plaas daarvan om al die probleme wat tans bestaan op te noem, sou dit beter wees om oplossings te soek om die lot van leerders in hierdie skole te verbeter (EPC, 2011:70).

Leerders word in multigraadskole geplaas as gevolg van probleme soos afstande en isolasie, 'n tekort aan onderwysers, vervoer na groter skole en/of finansiële probleme maar nie op grond van 'n pedagogiese keuse of besluit nie (Blum en Divan, 2007:2). Daarom word multigraadonderrig gewoonlik as 'n swakker keuse vir onderrig beskou (Little, 2007:20). Ironies genoeg is dit juis multigraadskole wat die oplossing vir landelike onderwysprobleme kan bied. McClellan en Kinsey (2007:2) voer aan dat uitgebreide navorsing die akademiese potensiaal en sosiale implikasies van die multigraadprojek ondersteun.

Hoewel daar geen maklike en goedkoop oplossings ten opsigte van die komplekse omstandighede van landelike multigraadskole bestaan nie, is daar tóg lande wat positiewe akademiese resultate begin toon nadat regerings en/of nieregeringsorganisasies genoemde probleme die hoof begin bied het (UNESCO, 2004:5).

2.3.5 Belowende oplossings/Goeie praktyke

Ná 'n analise van 57 Kanadese en Amerikaanse studies kom Pavan (1992:22–25) tot die slotsom dat 91 persent van dié studies toon dat leerders in multigraadklasse op dieselfde vlak presteer of selfs beter presteer as leerders in monograadklasse. Dit dui daarop dat multigraadonderrig vir leerders voordelig kan wees. Ontwikkelde lande, soos Engeland (Berry and Little, 2007:81-82), maak van multigraadonderrig as onderrigbenadering gebruik en demonstreer suksesse daarmee. 'n Aantal ontwikkelende lande, soos Indië (Venter, 2011:48) en Colombia (Little, 2007:266), wat amper dieselfde probleme as Suid-Afrika het, behaal in sekere gebiede groot sukses in hulle multigraadskole. Dit dui daarop dat hierdie benadering ook vir Suid-Afrika voordelig kan wees.

Volgens Vinjevoold, Schindler en May (1997:132) was daar voor 1997 geen projekte of programme wat met multigraadonderrig te make gehad het nie. 'n Navorsingsprojek is in 1999 in opdrag van die ministerie van Nasionale Onderwys en Opvoeding van Suid-Afrika van stapel gestuur. Dié projek het navorsing oor landelike en multigraadskole ingesluit. Die paneel wat so ontstaan het, is die PEI (President Education Initiative) genoem. Dié navorsers het bevind dat onderwysers nie hulle eie materiaal ontwikkel nie as gevolg van 'n gebrek aan tyd en/of kennis. Waar daar wel materiaal beskikbaar was, was dit nie sinvol aangewend nie. Baie onderwysers

het aangedui dat hulle nie die Wiskundehandboeke verstaan nie. Volgens dié navorsing (Vinjevold, Schindler en May, 1997:183) was min onderwysers in laerskole op daardie stadium opgelei om Wiskunde aan te bied en het hulle self probleme met wiskunde ondervind. Oor die algemeen is bevind dat die onderwysers nie veel meer kennis van Wiskunde en die wetenskappe gehad het as die graad 5-, 6- en 7-leerders nie (Taylor en Vinjevold, 1999:141). Die PEI het bevind dat baie min of selfs geen leer sonder leermateriaal kan plaasvind nie (Taylor en Vinjevold, 1999:233). Onderrigmateriaal en onderwyserondersteuning is deur hierdie navorsing as die grootste uitdagings in die Suid-Afrikaanse onderwys uitgelig.

Learning and Teaching Support Material and teacher support were two critical areas that were brought into the panel's deliberations given that they were two of the most commonly raised issues and are critical to successful curriculum implementation (Departement van Basiese Onderwys, 2009:6).

Boonzaaiër (2008:45) maak melding van twee ander projekte ná 1997 wat spesifiek daarop gemik was om gehalte-onderrig en leer vir almal te verseker, met inbegrip van landelike en multigraadskole.

Die hoofdoel van die drie jaar lange Kgatelopele-projek wat in 2000 deur die Limpopo Onderwysdepartement aangepak is, was dat onderwysers goeie praktyke met mekaar deel en begin toepas om sodoende leerders se prestasie te verbeter. Bogenoemde projek was nie volhoubaar nie, maar sou volgens Boonzaaiër (2008:45) kon wees indien daar hulpmiddels en materiaal was wat die projek ondersteun het.

Die tweede projek was 'n intervensieprogram wat die Weskus-Wynland OBOS (Onderwys Bestuurs- en Ontwikkelingsentrum) vanaf 2001 tot 2006 in die landelike distrik van die Wes-Kaap van stapel gestuur het. Die MGRSI (multigraadintervensie-program vir landelike skole) wat hieruit voortgevloei het, het twee proefsiklusse en tien MGRSI-implementerings binne die genoemde tyd voltooi. Elke siklus het ongeveer vyf maande geduur.

Boonzaaiër het 'n gevallestudie onderneem om die suksesse en uitdagings van die geïmplementeerde intervensie te bepaal. Ná navorsing het Boonzaaiër (2008:343-354) bevind dat onderwysers in baie gevalle swak gekwalifiseer is en geen spesifieke multigraadopleiding tydens hulle studiejare ontvang het nie. Hulle woon indiensopleidingsessies, soos deur die Departement van Onderwys aangebied, swak by of dui aan dat hulle min leer by genoemde opleiding (Jordaan en Joubert, 2008). Baie onderwysers moet ver oor slegte paaie reis en met hulle eie vervoer by skole kom. Grootskaalse afwesigheid van onderwysers is opgemerk (Hooghoff en Joubert, 2010) onder andere as gevolg van afstand en vervoerprobleme. Armoede, drankmisbruik en ouers se ongeletterdheid dra tot sosiale en emosionele probleme in multigraadskole by. Leerders is dikwels afwesig aangesien hulle hulle jonger broers/susters tuis

moet versorg terwyl die ouers op plase werk. Sommige ouers trek agter werksgeleenthede aan wat veroorsaak dat leerders gereeld van skole verwissel. Die infrastruktuur is swak en die skole is swak toegerus wat betref hulpmiddels en onderrig-materiaal. Indien daar handboeke is, is dit verouder en/of onderwysers gebruik dit nie reg nie (Boonzaaier, 2008:181–200).

– **Belowende aksies in die buiteland – Escuela Nueva en Rishi Valley**

Twee bekende voorbeelde is opgeteken waar die materiaal- en leerdergesentreerde benadering met sukses in multigraadonderrig gebruik word. Eerstens is daar die Escuela Nueva-program in landelike Colombia, en tweedens die Rishi Valley-program in die staat Andhra Pradesh, Indië. Die doel van albei programme was om die effektiwiteit en gehalte van laerskoolonderrig in landelike gebiede, in die besonder wat betref multigraadskole, asook leerders se prestasie in dié skole te verbeter. In albei gevalle het die ontwikkeling van aangepaste materiaal die kern van die veranderings uitgemaak. In die volgende paragrafe word 'n kort beskrywing van die belangrikste beginsels wat tot die sukses van die programme bygedra het, uiteengesit.

Die **Escuela Nueva-program** het in 1976 in landelike Colombia ontstaan. Van die 29 896 landelike multigraadskole in Colombia, volg 20 000 die Escuela Nueva-metodologie met groot sukses. Tans (Center for Education Innovations, 2013) word die program na ander lande, soos byvoorbeeld Guatemala, Nicaragua, Chili, Brasilië, Paraguay en Egipte uitgebrei (Little, 2007:266). Die sukses van die program is nie net gemeet aan hoe vinnig die beginsel versprei het nie, maar ook aan verbetering van die leerders se prestasie (Center for Education Innovations, 2013). Selfs leerders met swak sosio-ekonomiese omstandighede het beter presteer as wat aanvanklik verwag is.

Little (2007:270) beskryf die bo verwagte prestasie van Escuela Nueva leerders as volg:

Escuela Nueva students with a socio-economic level lower than average achieve higher test scores than high-income students of rural households attending conventional schools. Their main conclusion is that Escuela Nueva methodologies are able 'to compensate for limitations in initial endowments related to the low socio-economic level' of students.

Die Escuela Nueva-beginsel is eerstens op selfgerigte leerbeginsels gebaseer. Deur middel van dié beginsels aanvaar leerders verantwoordelikheid vir hulle eie leerproses en kan hulle onafhanklik werk. Die tweede beginsel is dié van koöperatiewe leer aangesien leerders van mekaar leer. Derdens is die materiaal so ontwikkel dat die leerders gelei word om kennis te konstrueer en self te ontdek. Die onderwysers fasiliteer slegs die leerproses (Little, 2007:266). Leergidse vir die vier vakke, naamlik Taal, Wiskunde, Natuurwetenskap en Sosiale Wetenskap, is vir elke leerder (Colbert de Arboleda, 2010) ontwikkel. Die doelwitte en uitkomstes soos deur die nasionale kurrikulum vereis, word in die gidse gereflekteer. Die gidse bestaan uit take wat

progressief van maklik na moeilik op mekaar volg. Die inhoud van die vakke is aangepas om by die verwysingsraamwerk en omgewing van die landelike leerder aan te sluit. Assessering word in die leergidse ingebou en leerders vorder teen hulle eie tempo. Evaluering is buigbaar deurdat die leerders hulle eie doelwitte stel en bereik na gelang van die tyd en spoed waarteen elkeen werk. Aangesien elke leerder onafhanklik met behulp van die materiaal besig is, kan verskeie grade in een klas saam gegroep word (CREATE, 2008:3).

Leerders in die landelike gebiede in Colombia word soms lang tye uit die skool gehaal om na hul gesinsbelange te help omsien. Hulle moet soms na 'n siek gesinslid of 'n baba omsien. 'n Groot voordeel van dié benadering is dat die leerders ná lang tye van afwesigheid weer kan voortgaan waar hulle was sonder om skoolwerk te verloor (Pridmore, 2007:13). Die Escuela Nueva-beginsel integreer kurrikulum- en gemeenskapsbetrokkenheid. Die inhoud van dit wat die leerders elke dag leer, is nie net vir die leerder relevant nie, maar ook vir die hele gemeenskap.

'n Tweede suksesvolle program kom in die Rishi Valley (Rishi Valley Education Centre, 2014) in die staat Andhra Pradesh, Indië, voor. Die program is reeds in 1990 ontwikkel en Padmanabha Rao en Rama (2010:1) beskryf dit as "... a major innovation in teaching/learning materials for multi-grade schools ...".

Belangrike aspekte van die Rishi Valley-metodologie is eerstens die vereenvoudiging van die leerproses tot betekenisvolle konkrete stappe. Die stappe word gegroep in leereenhede wat 'mylpale' genoem word. Die mylpale word georganiseer in 'n spesifieke leerlyn wat begin by die beginners en eindig by die top. Vier sulke leerlyne dek die hele kurrikulum van klas 1 tot 4. Dit sluit Tale, Wiskunde en Omgewingstudies in (Blum en Divan, 2007:27-31).

Die aktiwiteite word gestimuleer deur werkkaarte en hulpmiddels wat uit die omliggende omgewing en daaglikse omstandighede van die leerder geneem word. Elke werkkaart bestaan uit vyf soorte aktiwiteite, naamlik 'n inleiding, oefening, evaluering, remediëring en verryking. Daar is 1 000 werkkaarte in een leerlyn, en die leerder kan maklik sien waar hy/sy op die leerlyn is. Die werkkaarte en die feit dat hulle kan sien waar hulle is op die leerlyn, moedig selfgerigte leer aan en help die leerders om te vorder.

Volgens die Rishi Valley-metodologie neem die individu neem verantwoordelikheid vir sy/haar eie leer. Hy/sy werk individueel of in groepe met verskillende vlakke van onderwyserbetrokkenheid. Die onderwyser se rol is om leerders aan te moedig, hulle werk te evalueer en data te verwerk. Veertig persent van die kurrikulum word aan die onderwyser beskikbaar gestel vir eie inisiatiewe. Onderwysers moet dit vul met stories en liedjies vanuit die omgewing. Die gemeenskap word by die leerproses betrek (CREATE, 2008:3; Little, 2007:319; Padmanabha Rao, 2010:1-5). Die sukses van bogenoemde program word so deur Boonzaaier

(2008:64) beskryf: “The successful adaptation of the RIVER [Rishi Valley Institute for Educational Resources] methodology, in very diverse cultural and socio-economic contexts in India, is a major achievement for an educational programme in the difficult conditions of a developing economy.”

Hierbo is verwys na goeie praktyke van multigraadonderrig wat in Colombia en Indië gevestig is en ook vir hierdie studie van waarde kan wees. Enkele beginsels kan vanuit die skole in Colombia afgelei word. Hierdie multigraadskole staan bekend as Nueva Escuela (“nuwe skole” as dit direk vertaal word) (Colbert de Arboleda, 2010). Dié skole fokus op leerdergesentreerde onderrig, hulle is aktief, deelnemend en samewerkend van aard. Leer vind deur middel van gesprekvoering plaas deurdat daar interaksie tussen leerders is. Dit beteken dat leertempo en ritme sal verskil. Die kurrikulum wat gebruik word, is relevant en gebaseer op leerders se daaglikse lewenservaring. Die onderwysers vervul ’n nuwe rol, naamlik dié van fasiliteerder van leer (Wes Kaap Onderwysdepartement, 2006:11). Professionele ontwikkeling van onderwysers vind plaas deur praktiese opleiding in die werklike daaglikse klasverband. Daar is noue samewerking in hierdie skole tussen die skool en die ouers met genoegsame interaksie tussen onderwysers, ouers en leerders. ’n Stelsel van demokratiese leerderdeelname verseker dat alle leerders deelneem en leierskapsvaardighede in konkrete situasies opdoen (Center for Education Innovations. 2013).

Baie van bogenoemde bevindinge kan ook in die suksesvolle River Rishi Valley-projek in Indië aangetref word. Selfgerigte leer is ook ’n vertrekpunt. Daaglikse lewenservaringe maak ’n deel uit van die kurrikulum terwyl leer by leerders teen hulle eie tempo plaasvind. Die klem val op dit wat geleer moet word eerder as dit wat onderrig moet word. Leerders leer dus om te leer. Ouerbetrokkenheid in die klaskamer vind plaas en gemeenskapsbetrokkenheid het ’n relevante kurrikulum tot gevolg (Rishi Valley Education Centre, 2014).

2.3.6 Beginsels afgelei vanuit literatuur

Baie duidelike beginsels oor multigraadonderrig kan afgelei word. Dit bestaan groot probleme wêreldwyd as gevolg van afstande, isolasie en armoede. Die afdwing van ’n monograadbenadering ten opsigte van die kurrikulum, onderwysersopleiding asook leer materiaal en assessering veroorsaak groot en by tye onoorkomelike probleme wat ’n negatiewe uitwerking op die betrokke leerders het.

Uit die literatuur is dit duidelik dat die benadering ten opsigte van multigraad en monograad grootliks verskil. Die tradisionele ouderdomsgroepverdeling van leerders en tydprosedures (lesure, klokke, kwartale, toetsreekse, ens.) is net nie moontlik met multigraadklasse nie as gevolg van te min leerders en onderwysers om die tradisionele benadering te volg

Konstruktivisme dui die rigting aan wat multigraadonderrig noodgedwonge moet volg. Elke leerder se vertrekpunt is waar hy/sy tans met leer staan of gevorder het. Die vertrekpunt is wat die leerder tans kan doen of nie kan doen nie. Daar word dus eers bepaal waar die leerders tans is ten opsigte van leer, oor watter leerstyle en multi-intelligensies die leerder beskik, die swak- en sterkpunte, sosiale, emosionele en intellektuele sterkpunte en probleme. Die vertrekpunt van multigraadonderrig is dus leerdergesentreerd. Die werkwyse is een waarvolgens elke leerder geleer moet word om self verantwoordelikheid vir eie leer te aanvaar en ook ander te help of by hulle hulp te soek. Selfgerigte en samewerkende leer skep 'n sosiale agtergrond waarteen leer volgens Vygotsky (Vygotsky, 1930) die effektiëfste kan geskied. Die atmosfeer in die klaskamer is dus 'huislik', ontspanne en ondersteunend. Die onderwyser word 'n fasiliteerder. Dit stel groot eise aan onderwysers aangesien hulle volgens hierdie benadering nie tydens voordiensopleiding of tydens indiensopleiding opleiding daarvoor ontvang nie.

Uit die literatuurstudie was dit duidelik dat onderwysers swak voorberei word om hierdie 'andersoortige' taak uit te voer. Veranderinge word baie moeilik aanvaar en geïmplementeer. Goeie praktyke behels dat materiaal aan onderwysers en leerders verskaf word om genoemde pedagogiek (manier van onderrig en leer) na te streef. Sodanige materiaal bied geleentheid aan leerders om self te leer en op eie tempo te vorder, asook aan onderwysers om individuele leerders te ondersteun, veral dié wat suksel.

2.4 Wiskunde

Vanaf die begin van hierdie eeu neem die belangrikheid van Wiskunde as skoolvak jaarliks toe (Kilpatrick, Swafford en Findell, 2001). Leerders in Suid-Afrika het nie meer 'n keuse of hulle Wiskunde wil doen of nie – dit is verpligtend (Departement van Basiese Onderwys, 2011). Cople, Neuman en Bredenkamp (2000:86) lig die belangrike invloed van goeie wiskundige kennis van onderwysers en goeie materiaal vir die verbetering van leerders se wiskundige prestasie uit. Clements, Sarama en DiBiase (2004:ix) rapporteer ook die bekommernis van sakemanne oor die swak uitslae in Wiskunde. In 'n globale ekonomie met die meerderheid beroepe wat meer gesofistikeerde vaardighede as in die verlede vereis, kan dié bekommernis begryp word. Die belangrikheid van wiskunde is deur die Glenn Commission (2000:6) duidelik uitgewys waar hulle aandui dat "... the future well-being of our nation and people depends not just on how well we educated our children generally, but on how well we educate them in mathematics and science specifically."

2.4.1 Konseptuele verklaring

Kay en Yeo (2003:30) omskryf die vakgebied Wiskunde soos volg: "... the ability to make sense of a question, decide on a course of action, hold the question in mind, follow the steps through and keep on track until an answer is generated, requires a strong working memory".

In die huidige Suid-Afrikaanse Kurrikulum- en Assesseringsbeleidsverklaring (KABV) (Departement van Basiese Onderwys, 2011:8) word dié vak soos volg verduidelik:

In Wiskunde word 'n eie, gespesialiseerde taal gebruik wat simbole en notasies behels om numeriese, meetkundige en grafiese verwantskappe te beskryf. Wiskunde is 'n menslike aktiwiteit wat die volgende behels: Waarneming, voorstelling en ondersoek van patrone, en kwantitatiewe verwantskappe in fisiese en sosiale verskynsels, asook tussen wiskundige voorwerpe self. Deur hierdie proses word nuwe wiskundige idees en insigte ontwikkel.

Ná die deurlees van die bostaande verduidelikings kan sekere eienskappe van Wiskunde as vakgebied uitgelig word. Dit is algemeen bekend dat Wiskunde 'n reputasie het as 'n moeilike vakgebied en dat die vak oor unieke eienskappe beskik wat bydra tot die houding by baie leerders dat hulle nie van die vak hou nie en dit moet vermy. Wiskunde is hoofsaaklik 'n abstrakte vak (Kay en Yeo, 2003:2-3). Die syfervaardigheidskomponent van wiskunde is gebaseer op konkrete hoeveelhede (aantal dinge in die wêreld) en konkrete verhoudings. Desnieteenstaande word Wiskunde as kennisgebied op 'n baie abstrakte wyse aangebied. Dit gebeur ongelukkig van baie vroeg af in leerders se loopbane. Jong leerders, asook baie ouer leerders, slaag nie daarin om sin te maak van sekere aspekte van getalwerk nie omdat hulle nie verstaan wat dit beteken nie (Van den Heuvel-Panhuizen, 2001:16). Andere beskik oor swakhede wat betref simboliese begrip en sukkel om te verstaan dat 3 en $2 + 1$ dieselfde is. Nog ander leerders skep die indruk dat hulle 'n ingeboude vermoë of gevoel het vir hoeveelhede wat die weg voorberei vir die ontwikkeling van 'n vermoë om abstrakte getalle en verhoudings te visualiseer (Kay en Yeo, 2003).

Leerders moet leer om te luister, te kommunikeer, te dink en logies te redeneer oor wiskunde. Volgens Wong, Wong, Lam en Zhang (2009:30) het navorsing in China bewys dat leerders wat swak vaar in wiskunde, 'n onvermoë het om hulle uit te druk. Daar is 'n direkte verband aangetref tussen leerders wat Wiskunde slegs as 'n stel reëls beleef en dié met 'n swak uitdrukkingsvermoë. Volgens Van den Heuvel-Panhuizen (2001:230), is interaksie een van die vaardighede wat leerders help om begrip te vorm en nie Wiskunde as 'n stel reëls te ervaar nie. Koöperatiewe leer bied leerders die geleentheid om van mekaar te leer, na mekaar te luister, te kommunikeer en mekaar se sieninge te respekteer. Leerders deel die verantwoordelikheid en werk saam tydens die proses van begripvorming (Australia, 2004:125). Die belangrikheid van kommunikasie word uitgewys deur Kilpatrick et al. (2001:22) wanneer hulle beweer: "Meaningful student discussions

can provide essential links among concrete, pictorial, and symbolic representations of mathematics.”

Wiskunde is 'n 'boublok-vak' wat beteken dat begrippe en vaardighede op voriges voortbou (Van der Walle, 2006). Vordering in wiskunde sal dus afhang van kennis van vorige vlakke van begrip. Hierna word dikwels verwys as die beginsel van progressie, of na 'n ontwikkelingskontinuum. Indien leerders nie vordering maak in een afdeling van die vak nie, sal hulle by so 'n afdeling vashaak. Klassieke voorbeelde van sodanige afdelings is vermenigvuldiging, deling, breuke en desimale werk. Geheue (langtermyn) en begrip speel 'n belangrike rol by leerders om te kan vorder. Oor die algemeen onthou leerders aspekte van wiskunde makliker as hulle dit verstaan. Leerders is nuuskierig en aktief met individuele belangstellings, vermoëns en behoeftes. Wiskundige begrip word aangekweek deur voort te bou op leerders se eie ervaringe en vorige of bestaande kennis (Manitoba Education, 2013). Leerders leer deur betekenis te heg aan wat hulle doen (De Corte, 2000:260). Hierdie betekenis word die beste ontwikkel wanneer leerders wiskundige ervaringe het wat van die eenvoudige na die ingewikkelde en van die konkrete na die abstrakte ontwikkel (Manitoba Education, 2013).

Volgens hierdie beredenering behoort die kurrikulum en pedagogiek ten opsigte van Wiskunde ook aan leerders die geleentheid te gee om hulle eie begrip te ontwikkel. In teenstelling hiermee maak die meeste onderwysers in Wiskunde gebruik van die 'pen-en-papier-strategie' tesame met die 'begrip-bewerkings-voorbeelde-drilwerk'-metode (Suyono, 1996:ii). Freudhental (1973) verwys na hierdie metode as 'n meganistiese manier van onderrig. Die onderwyser onderrig Wiskunde deur beoefening van wiskundige simbole, en beklemtoon die gee van inligting en toepassing deur wiskundige algoritmes. Treffers (1987:2) noem dit "algoritmiese wiskundige onderwys". Dit is die tipiese werkswyse in ontwikkelende lande (De Feiter, Vonk en Van den Akker, 1995). In 'n voorwoord tot 'n reeks artikels oor wiskunde kom Scherer (2007) tot die slotsom dat wiskunde nie juis gaan oor die gee van 'n korrekte antwoord nie, maar eerder oor 'n begrip van wiskunde. Scherer (2007:8) verwys ook na die belangrikste inhoudelike elemente van wiskunde as vaardighede en selfvertroue ("competence and confidence").

Motivering en selfvertroue is volgens Oswald (2003:26) ongetwyfeld baie belangrike aspekte van onafhanklike leer of selfgerigte leer, soos hy dit stel. Die mate waartoe 'n leerder glo dat hy/sy in staat is om 'n spesifieke taak suksesvol af te handel, sal sy/haar motivering wees om dit te doen. 'n Gemotiveerde leerder met genoeg selfvertroue sal maklik die selfdissipline aan die dag lê om 'n taak aan te pak en af te handel (Van der Walle, 2006:11). Nou verweef met selfvertroue en motivering is die mens se sin vir effektiwiteit. Dit beïnvloed die verwagting wat mense van hulleself het en die doel wat hulle vir hulle stel. Woolfolk, Hughes en Walkup (2008:402) beskryf die sin van effektiwiteit soos volg:

Self-efficacy is a person's sense of being able to deal effectively with a particular task. It also influences motivation through goal setting. If we have a high sense of efficacy in a given area, we will set higher goals, be less afraid of failure and find new strategies when old ones fail.

In die KABV (Suid-Afrika, 2011:13) word aangedui dat leerders die nodige selfvertroue moet ontwikkel om wiskundige situasies te kan hanteer, sonder om deur 'n vrees vir Wiskunde gekniehalter te word. Leerders moet 'n gees van weetgierigheid en 'n liefde vir Wiskunde ontwikkel. Volgens Ginsburg en Golbeck (2004:196) moet die belangrikheid van pret in Wiskunde-onderdig nooit misgekyk word nie.

Onderwysers moet hulle vakinhoudelike kennis van wiskunde voortdurend verbeter. Dan moet hulle ook aandag skenk aan hulle vermoë om hoë-rordedenke by leerders te ontwikkel. Skoolgemeenskappe glo steeds dat wiskunde 'n stel feite is en dat memorisering van daardie feite die regte manier is om goed te vaar in Wiskunde. Hierdie pedagogiek is deur die jare so vasgelê deur onderwysers, ouers, beplanners en selfs handboekskrywers dat dit baie moeilik verander gaan word. Lampert en Ball (1998:12) stel dit soos volg: "These beliefs are notoriously resistant to change and they affect teachers' practices and their students' learning".

Leerders wat in armoede grootword, demonstreer merkbaar laer vlakke van prestasie (Starkey en Klein, 1992:416) as leerders van hoë-inkomstegesinne. Leerders van lae-inkomstegesinne kry min ondersteuning vir wiskundige ontwikkeling in hulle huise en skoolomgewing (Starkey, 1999). Armoede, omgewing en kultuur speel 'n rol by leerderprestasie. Leerders vanuit verskillende sosio-kulturele agtergronde kom by die skool aan met verskillende vlakke van ontwikkeling in wiskunde. Die beginsel van gelykheid ("equity") is ook hier ter sprake aangesien hierdie leerders se ervarings en skoolgereedheid agterstande veroorsaak (Van der Merwe, 2012:20). Die agterstande word veroorsaak as gevolg van die milieu waarin die kinders grootword. Die milieu speel 'n kritiek belangrike rol in die ontwikkelingsproses van die kind (waarom die Onderrig aan leerders moet by hulle vlak van wiskundige ontwikkeling pas. Leerders vanuit 'n lae-inkomstegroep ervaar baie probleme met wiskunde en kans is goed dat hulle nie hulle skoolloopbaan sal voltooi nie (Bowman, B. 2002:3). Die eerste jare van leerders se skoolloopbaan is dus krities belangrik vir latere sukses, soos Fusen, Smith en Lo Cicero duidelik aantoon (2004:740) "These children need to build the informal knowledge that provides the basis for later learning of mathematics. Early interventions in mathematics can prevent later learning difficulties in school for all children."

2.4.2 Literatuuroorsig

Finansiële ondersteuning van die Nederlandse regering het die Sentrum vir Multigraadonderrig genoodsaak om ook Nederlandse literatuur in verband met wiskunde na te vors. Baie steun is

veral van die National Institute for Curriculum Development (SLO) ontvang. Verskeie van hulle publikasies en navorsing is aan die beplanners van die prototipe-materiaal vir Wiskunde beskikbaar gestel. Verdere hulp in die vorm van 'n kurrikulumkundige verbonde aan die SLO verantwoordelik vir kurrikulumontwikkeling vir Wiskunde vir die laerskool, het na Suid-Afrika gekom vir ondersteuning tydens beplanning. Hierdie kundige persoon is ook 'n senior uitgewer verbonde aan een van die groot uitgewers (sense Publishers) van Wiskundeboeke in Nederland. Twee van die grootste Wiskunde-publikasies (handboekreeks vir laerskool) in Nederland is deeglik bestudeer en het as die grondslag vir verskeie besluite aangaande die formaat van die materiaal gedien.

In 1962 is die wêreldbekende Freudenthal Institute aan die Universiteit van Utrecht in die lewe geroep. Belangrike navorsing, publikasies en goeie praktyke vanuit hierdie instituut het Nederland een van die voorste presteerders op die gebied van internasionale wiskundige toetse help word. In samewerking met die SLO en die Freudenthal Institute is veral twee baie invloedryke dokumente gepubliseer. Een daarvan is "Children learn mathematics – a learning-teaching Trajectory (Van den Heuvel-Panhuizen, 2001), en 'n tweede dokument was getiteld "Jonge kindereen leer met en meetkunde – Tussendoel en leerlyne" (Van den Heuvel-Panhuizen en Buys, 2004). Die verloopmomente van beide inhoude en pedagogiek word stelselmatig hierin uiteengesit. Aangesien leerders nie teen dieselfde tempo vorder of op dieselfde wyse leer nie, is dit noodsaaklik dat elke individuele leerder op sy/haar eie tyd kan vorder. Die beginsels van leermomente asook leerlyne is vanuit hierdie navorsing en publikasies ontwikkel. Nog 'n belangrike bron vir hierdie studie oor navorsing in wiskunde-onderwys wat elektronies by die webwerf van die SLO beskikbaar is, is 'n doktorske proefskrif van AS Klein (1998) wat die weg gebaan het vir strategieë vir die onderrig van hoofberekeninge in Suid-Afrikaanse skole, met die titel "Flexibilization of mental arithmetic strategies on a different knowledge base".

'n Ander belangrike bron wat in 'n groot mate die grondslag gelê het vir standarde vir voorskoolse en jonger leerders, was 'n publikasie onder redaksie van Clements, Sarama en DiBiase (2004). Dié publikasie het die gesamentlike kundigheid van 'n uiteenlopende groep professionele persone wat by vroeëkind- Wiskunde-onderrig betrokke was, gebruik. Dit verskaf omvattende opsommings van navorsing wat spesifieke riglyne bied vir standarde, die kurrikulum en onderrig. Die publikasie integreer praktiese detail deurlopend met navorsing asook die onderwerpe, progressie en leertrajekte vir Wiskunde in die eerste leerjare.

Dit is opmerklik dat, wanneer enige land se kurrikulum vir wiskunde met dié van ander lande vergelyk word, feitlik almal dieselfde inhoude en uitkomstes voorskryf. Ook vir hierdie studie was dit belangrik om 'n vergelykende studie tussen beskikbare Wiskundekurrikulums te maak en

met ons eie voorgeskrewe kurrikulum te vergelyk. Hierdie studie het die kurrikulum soos in Manitoba in Kanada gebruik (Manitoba Education, 2013) baie nuttig gevind, veral ten opsigte van begripsverklaring van Wiskunde.

2.4.3 Konteksanalise

Tomlinson (2014:7) verwys na die noue verband tussen differensiasie en multigraadonderrig. Sy gebruik die beeld van die sogenaamde 'eenmanskool' (multigraadonderrig) van baie jare gelede en vergelyk dit met die groot verskeidenheid en uiteenlopendheid tussen leerders wat vandag in 'n monograadklaskamer aangetref word, en beskryf die taak van die onderwyser so:

... divide her time and energy between teaching young people of varied ages who had never held a book and could not read or write and teaching more advanced students of varying ages who had very different content needs. Today's teachers still contend with the essential challenge of the teacher in the one-room schoolhouse: how to reach out effectively to students who span the spectrum of learning readiness, personal interests, and culturally shaped ways of seeing and speaking about experiencing the world.

Hierdie agtergrond van multigraadklasse moet tydens onderrig en leer van wiskunde in ag geneem word. Volgens Ausubel (1986) is 'n belangrike faktor wat leer beïnvloed, dit wat 'n leerder reeds weet. Hy beveel aan dat leerders se voorkennis eers bepaal word voordat onderrig kan plaasvind. Die multigraad-, of gedifferensieerde klaskamer moet leerders ondersteun om teen verskillende tempo's en op verskillende maniere te leer na gelang van die ervaringe, talente en belangstellings wat hulle saambring skool toe. Tomlinson (2014) raak 'n groot waarheid aan wanneer sy beweer dat 'n gedifferensieerde klaskamer 'n baie beter leeromgewing is as 'n multigraadkamer met sy 'n 'een-grootte-pas-almal'-omgewing. Haar siening is dan ook dat die primêre doel van 'n skool moet wees om selfgerigte leerders te vorm wat verantwoordelikheid vir hulle eie leer aanvaar en so vaardighede en selfvertroue ontwikkel.

Opvoedkundiges soos Marzano (2007) en Tomlinson (2014) is groot voorstanders daarvan dat die kurrikulum volgens die behoeftes van leerders gestruktureer word. Hulle verwag ook van onderwysers om aan leerders die noodsaaklike kennis, begrip en vaardighede wat in 'n deel van die wiskunde gedemonstreer moet word, voor die tyd aan te dui. Beplanning moet verseker dat die belangrikste inhoude geïdentifiseer, heringedeel en genoegsame tyd daarvoor beplan word. Indien sodanige leereenhede baie duidelik geïdentifiseer, beplan en aangedui word, kan die onderwyser dit so aanbied dat leerders dit betekenisvol, interessant en toepaslik vind. Tomlinson (2014:49) beveel dan ook aan dat werk (in hierdie geval Wiskunde) progressief beplan moet word in grade (horisontale progressie). Vir multigraadonderrig is dit belangrik dat waar daar meer as een graad in 'n klaskamer is, dieselfde onderafdelings van wiskunde-inhoude gelyktydig in alle grade gedoen moet word (vertikale progressie). In 'n gedifferensieerde

klaskamer (waar 'n onderwyser proaktief op leerbehoefte reageer) word assessering en onderrig en leer as onafskeidbaar gesien. Assessering is diagnosties en voortgaande. Dit behoort assessering vir leer te wees. Assessering is dus om te bepaal wat leerders se behoeftes is sodat dit die hoof gebied kan word. Dit help die onderwyser om leerders se sterk- of swakpunte te identifiseer en progressief daaraan aandag te gee. Ook Marzano (2007:9) beveel hierdie werkwyse sterk aan wanneer hy sê: "Arguably the most basic issue a teacher can consider is what he or she can do to establish and communicate learning goals, track student progress, and celebrate success."

Die owerhede se vereistes aan skole en onderwysers is duidelik in wetgewing vasgevang en in dokumente omskryf. Vir wiskunde in die intermediêre fase waarvoor hierdie prototipe-materiaal geskryf is, is twee dokumente van rigtinggewende belang. Hierdie dokumente gaan nie volledig omskryf word nie aangesien hulle slegs as kriteria gebruik gaan word om veral die eerste navorsingsvraag te beantwoord. Die eerste dokument, die Kurrikulum- en Assesseringsverklarings vir Wiskunde, Intermediêre Fase, Graad 4-6 is gedurende 2011 deur die Departement van Basiese Onderwys (DBO) gepubliseer. Hierdie dokument spel onder andere die volgende belangrike vereistes van die Wiskunde-kurrikulum uit:

Afdeling 1: Kurrikulum- en assesseringsbeleide waaronder tydstoekening.

Afdeling 2: Definisies, doelwitte, vaardighede en inhoudsareas, gewig van inhoudsareas asook die spesifikasies van inhoudes soos aangedui.

Afdeling 3: 'n Verheldering van inhoud waar toekening van onderrigtyd asook verklarende notas met onderriglyne aangedui word.

Afdeling 4: Assessering.

Die tweede dokument, die Nasionale Kurrikulumverklaring Graad R-12, is 'n beleidsverklaring met betrekking tot onderrig en leer in Suid-Afrikaanse skole en is in die volgende dokumente vervat:

- kurrikulum- en assesseringsbeleidsverklarings vir alle vakke in hierdie dokument opgeneem;
- nasionale beleid met betrekking tot die program- en bevorderingsvereistes van die Nasionale Kurrikulumverklaring Graad R-12; en
- Nasionale Protokol vir Assessering Graad R-12.

Die doel van Wiskunde-onderrigmateriaal is om leerders se kennis en vaardighede te verbeter, die inname van kennis te monitor en tot die holistiese ontwikkeling van die kind by te dra (Departement van Basiese Onderwys, 2011:13). Wanneer onderrigmateriaal ter sprake is, word

daar op twee aspekte gefokus. Eerstens moet die vakinhoud te alle tye aan die standaard wat deur die huidige kurrikulum verwag word, voldoen. Tweedens word die pedagogiek (wyse van onderrig en leer) so geselekteer dat dit verbetering van leerderprestasie tot gevolg sal hê. Dan is daar ook sekere ander vereistes soos deur die owerhede gestel, soos beplanning, assessering asook sekere spesifieke pedagogiese vereistes wat multigraadonderrig uitlig, byvoorbeeld kommunikasie asook drilwerk.

Sommige skrywers soos Cyril Julie (1970's), Hodgen, J (1960's) en Evanson, AB (1960's) het in die verlede riglyne vir Wiskundemateriaal ontwikkel volgens die ou konvensionele metode van Wiskunde-onderrig, waar die onderwyser sentraal in die onderrig-situasie staan. Dié onderrigmetode is die afgelope 20 jaar skerp gekritiseer deur kundiges. Die algemene gevoel is dat dit noodsaaklik geword het dat skole doelgerig wegbeweeg van onderwysergerigte leermetodes waar leerders passiewe ontvangers van kennis is (Australia, 2004:iii). Die veranderende wêreld vereis van leerders om van jongs af aktief betrokke te raak by die leerproses om sodoende verantwoordelikheid vir hulle eie leer te aanvaar en lewenslange leerders te word (Schifter en Simon, 1992:2). Oswald (2003:7) stel dit soos volg:

The transition to the information age has required rapid social and technological changes, and as a consequence, people need to be able to direct their own learning now more than ever. By providing learners with experiences for directing their own learning, schools and other formal places of training will be breaking the all-too-familiar cycle of teacher-directed learning during which students are passive receivers of knowledge.

Fuchs, Prentice, Burch, Hamlett, Owen en Schroeter (2003:306–315) het bevind dat strategieë waar leerders deel word van die leerproses, hulle help om Wiskundeprobleme self op te los. Die “self oplos” help leerders om nuwe kennis te konstrueer. 'n Belangrike bydrae van Fuchs se studie is dat bevind is dat selfs leerders met leerprobleme die beginsels van selfleer kon baasraak. Fuchs et al. (2003:314) stel dit so:

Both transfer and self-regulated learning strategies helped children learn mathematical problem solving and apply this knowledge to new problems. Children at every achievement level as well as those with learning disabilities benefited from learning the strategies.

2.4.4 Probleemanalise

Die substandaard gehalte van onderwys wat in Suid-Afrika verskaf word, is die afgelope dekade wyd in die media bespreek. Suid-Afrika het een van die hoogste werkloosheidsyfers in die wêreld (Youth Unemployment and Vocational Training, 2012). Ongeveer 50% van alle 18–24 jariges was teen die einde van 2010 werkloos). Studies dui daarop dat die algemene gebrek aan vaardighede

wat tot werkloosheid onder die Suid-Afrikaanse jeug lei, 'n gevolg is van die swak onderwys wat in baie primêre en sekondêre skole aangebied word (CHET, 2009:60; CHET, 2009:3).

2.4.4.1 Nasionale studies

In Suid-Afrika is daar ongeveer 12,4 miljoen leerders, 25 826 skole en 425 000 onderwysers (The World Bank Sub-Saharan Africa, 2013). Ten einde 'n uitspraak oor die gehalte van onderwys in Suid-Afrika te maak, is dit belangrik om na die prestasie van ons leerders in Wiskunde in nasionale en internasionale toetse (soos bespreek onder 4.4.1 en 4.4.2) te kyk.

– Sistemiese evaluering (2001, 2007). Toets: Gesyferde vlak van graad 3-leerders.

'n Steekproef van ongeveer 54 000 graad 3-leerders in meer as 200 primêre skole in gesyferde vlak is gedurende 2001 en 2007 getoets. Die gemiddelde prestasie in Wiskunde was 35% (30% in 2001). Die Departement van Onderwys kom gedurende 2008 tot die gevolgtrekking dat daar 'n dringende behoefte bestaan om die prestasie in hierdie kritiese basiese vaardighede te bevorder (Departement of Education, 2008:12).

– Wes-Kaapse studie oor leerder assessering (2003). Toets: Prestasie van graad 6-leerders

Leerders in die Wes-Kaap is op 'n graad 6-vlak getoets. Van die 34 596 leerders wat deelgeneem het, het slegs 15,6% leerders op 'n graad 6-vlak gepresteer (Taylor, Fleisch en Shindler, 2008:43).

– National School Effectiveness Study (NSES) (2007-2009). Toets: Gesyferde vlak van graad 3-, 4- en 5-leerders

'n Steekproef van 268 skole (16 000 leerders) in Wiskunde in 2007 (graad 3), 2008 (graad 4) en 2009 (graad 5), met die toets gestandaardiseer op 'n graad 3 vlak, is getoets. Die gemiddelde prestasie van leerders in gesyferde vlak was in graad 3 (2007) 28% met 'n 7% verbetering tot 35% in graad 4 (2008). Die NSES het ook 'n kort toetsie met onderwysers wat Wiskunde onderrig, uitgevoer. Wiskunde-onderwysers in die steekproef moes vyf eenvoudige take uitvoer. Alhoewel die toets te kort was om betroubare bevindinge oor onderwyser se vermoë in Wiskunde te bepaal, was die lae prestasie in alle items 'n aanduiding van hulle swak kennis van wiskundige inhoud. Twee derdes van die onderwysers kon slegs drie vrae beantwoord, en net 12% van onderwysers kon die vyf vrae korrek beantwoord. Toe leerders se uitslae in die Wiskundetoets met hulle onderwysers se uitslae vergelyk is, het die resultaat aangetoon dat meer as die helfte van die leerders in die NSES-steekproef onderrig is deur onderwysers wat slegs een van die vyf vrae reg kon beantwoord (NSES, 2011:5-6).

- **Jaarlikse Nasionale Assessering (ANA/JNA) (2011, 2012 en 2013). Toets: Nasionale gestandaardiseerde toets vir die assessering van syfervaardigheid van grade 1–6-leerders en graad 9-leerders.**
- Die ANA is nasionale gestandaardiseerde assesseringstoets wat gesyferdheid vanaf grade 1–6 en graad 9-leerders assessee. ANA is 'n meetinstrument wat in elke skool in Suid-Afrika gebruik word om die vordering van leerderprestasie te monitor. Onderstaande is 'n aanduiding van die gemiddelde persentasie vir leerderprestasie in Wiskunde vir 2012 en 2013, grade 1–6 en graad 9.

Tabel 2.3: ANA-toetse: Gemiddelde leerderprestasie in Wiskunde vir 2012 en 2013, grade 1–6 en graad 9

Graad	Uitslag van Wiskunde 2012	Uitslag van Wiskunde 2013
1	66%	60%
2	57%	59%
3	41%	53%
4	37%	37%
5	30%	33%
6	27%	39%
9	13%	14%

(Wes Kaap Onderwysdepartement, 2013)

Die gemiddelde persentasie in die Grondslagfase (grade 1–3) was ongeveer 50% en baie hoër as die gemiddelde ongeveer 36% van die Intermediêre Fase (grade 4–6) en die 14% van graad 9. In die KABV is 'n punt van ten minste 50% 'n vereiste vir genoegsame en hoër prestasie. Die persentasie vir grade 3, 6 en 9 leerders wat aanvaarbare (50%) prestasie in wiskunde in 2012 en 2013 behaal het, word hieronder aangedui.

Tabel 2.4: ANA-persentasie van leerders wat ten minste 50% vir wiskunde behaal het

ANA-persentasie van leerders wat ten minste 50% vir wiskunde behaal het		
Graad	2012	2013
3	36	59
6	11	27
9	2	2

(Wes Kaap Onderwysdepartement, 2013)

Me Motshekga, Minister van Basiese Onderwys sê in die nasionale ANA-verslag van 2013 sy is “... particularly concerned about the performance in Mathematics at Grade 9 level, where there seems to be major challenges relating to teaching and learning.”

Ongeveer 88% van alle leerders presteer op die “Nie bereik nie-vlak” terwyl slegs ongeveer 2% van alle leerders op die hoë prestasievlakke presteer (Wes Kaap Onderwysdepartement, 2013).

2.4.4.2 Internasionale vergelyking van opvoedkundige prestasie

- **International Mathematics and Science Study (TIMSS) 1995, 1999, 2002, 2011. Toets: “A cross national study testing the mathematics and science knowledge of Grade 8 learners in a variety of counties every four years.”**

Suid-Afrika het in 1995, 1999, 2002, en 2011 aan dié toetse deelgeneem. TIMSS-Suid-Afrika het graad 9-leerders op graad 8-vlak getoets aangesien vroeëre rondes van TIMSS aangedui het dat die internasionale graad 8-toets te moeilik was vir Suid-Afrikaanse leerders, met die gevolg dat te veel leerders op “raai-vlak” deelgeneem het. In 2011 het slegs graad 9-leerders die TIMSS op 'n graad 8-vlak geskryf. Alhoewel daar 'n verbetering in prestasie tussen 2002 en 2011 was, is Suid-Afrika steeds ver agter die TIMSS-middelinkomstelande se gemiddeld vir graad 8-wiskunde. Indien die TIMSS-maatstaf van 40 punte as gelyk aan een graadvlak van leer geneem word, is die gemiddelde Suid-Afrikaanse graad 9-leerder twee leerjare agter die gemiddelde graad 8-leerder in 21 ander middelinkomstelande in Wiskunde.

- **Suider- en Oos-Afrikaanse konsortium vir die monitering van onderwysgehalte. (SACMEQ). Toets: A cross-national study consisting of 14 countries in Southern and Eastern Africa testing the numeracy and literacy skills of Grade 6 learning in each of the participating countries.**

Suid-Afrika het aan die tweede (2000) en derde (2007) rondes van SACMEQ deelgeneem waar die wiskundige vaardighede van graad 6-leerders getoets is. Tussen SACMEQ II (2000) en III (2007) was daar statisties geen noemenswaardige verbetering in wiskunde op die graad 6-vlak nie ten spyte van die feit dat ander Afrikalande noemenswaardige verbetering oor dieselfde tydperk getoon het. Van die 14 lande wat aan SACMEQ III (2007) deelgeneem het, het Suid-Afrika die agste beste presteer. Die sewe lande wat beter as Suid-Afrika gevaar het, was Botswana, Kenya, Lesotho, Malawi, Mauritius, Mozambique, Namibia en die Seychelles.

Die SACMEQ III (2007) wys dat van die 9 071 graad 6-leerders wat getoets is, 40% as funksioneel ongesyferd geklassifiseer is omdat hulle nie verder as die meganiese vaardighede wat met basiese bewerkings verband hou asook eenvoudig vorm-erkenning kon beweeg nie (Spaull, 2011:40). Hierdie leerders kon nie grafiese inligting, breuke of eenvoudige algemene daaglikse eenhede van meting verstaan nie (Hungu et al., 2010). Van die Suid-Afrikaanse graad 9-leerders kon 76% nie die lae internasionale TIMSS 2011-vlakke bereik nie. Hierdie leerders het dus nie 'n

basiese begrip van heelgetalle, desimale, bewerkings of basiese grafieke verwerf nie (Mullis, Martin, Foy en Arora, 2012:121).

In 2007 het 498 Suid-Afrikaanse graad 6-onderwysers aan die komponent van SACMEQ III (2007:8) deelgeneem wat onderwysers se wiskundige inhoudkennis getoets het. 'n Analise van hierdie data het aangetoon dat baie Suid-Afrikaanse Wiskunde-onderwysers onder die basiese vlakke van inhoudelike kennis presteer. Groot gedeelte van die onderwysers was nie daartoe in staat om vrae te beantwoord wat aan hulle leerders gerig was nie. Die gemiddelde Suid-Afrikaanse onderwyser het 46% van die 42 vrae korrek beantwoord. Dit is skrikwekkend om te dink dat die ongelykheid van gehalte van onderrig in Suid-Afrika beteken dat die top 5% van graad 6-leerders in Suid-Afrika (565 leerders) hoër punte behaal het in dieselfde Wiskundetoets as die laagste 20% van graad 6-Wiskunde-onderwysers in die steekproef (80 onderwysers) (SACMEQ III, 2007:12-23).

2.4.4.3 Implikasies van die toetse en afleiding wat gemaak kan word

Bogenoemde bevindings hou verskeie implikasies vir die gehalte van onderrig in Suid-Afrika in. Die onderstaande afleidings kan gemaak word.

Dit is duidelik dat die oorgrote meerderheid Suid-Afrikaanse leerders in Wiskunde ver onder die vlak waar hulle behoort te wees, presteer. Die meerderheid leerders in Suid-Afrika het nog nie die basiese wiskundige vaardighede bereik nie. Alle beskikbare bewyse toon dat baie Suid-Afrikaanse leerders in hulle vroeë skoolloopbaan reeds 'n groot agterstand opgebou het wat die hooforsaak is van swak prestasie in latere jare. Omdat leerders nie die basiese of elementêre wiskunde-vaardighede in die grondslag en intermediêre fase bemeester nie, word hulle uitgesluit van verdere leer en kan gevolglik nie tot hulle volle potensiaal ontwikkel nie. Bestaande literatuur oor die inhoudskennis van Suid-Afrikaanse onderwysers toon dat baie nie self die kurrikulum bemeester het wat hulle moet onderrig nie (Fleisch, 2008:123; Taylor en Moyane, 2004). Baie van hierdie Wiskunde-onderwysers, veral dié wat die arm en landelike gemeenskappe bedien, beskik oor ondergemiddelde vlakke van inhoudelike kennis.

Veral in multigraadklaskamers groei die gaping tussen wat leerders behoort te weet en dit wat hulle werklik kan doen of weet. Dit beteken dat, soos leerders in die skool vorder, hulle al verder agterraak aangesien wiskundige begrippe en vaardighede soos boublokke op mekaar pas. Uiteindelik lei dit tot 'n situasie waar remediëring amper onmoontlik is (in hoërskole). Die gaping het dan reeds te groot geword aangesien niemand daaraan aandag geskenk het nie, dat dit lei tot mislukking, graadherhaling en vroeë skoolverlating.

Aangesien leeragterstande reeds vroeg in 'n leerder se skoolloopbaan ontstaan, is dit dringend noodsaaklik dat hierdie leergapings geïdentifiseer en geremedieer word voordat dit te laat is. Die enigste uitweg is om agterstande vroeg te identifiseer en reg te stel (Van der Merwe, 2012:52). Die behoefte om op die grondslagfase te konsentreer, word nie net deur die feit dat onderprestasie wydverspreid in hierdie fase voorkom gedryf nie, maar ook omdat remediëring moontlik en effektief is wanneer leerders nog jonk is. Vroeë intervensie is noodsaaklik omdat die menslike brein tydens vroeëkindontwikkeling (VKO) baie vormbaar is en dus maklik aangepas kan word.

Uit die navorsing wat hierbo bespreek is, is dit baie duidelik dat onderwys oor die algemeen, en dan veral wat die vak Wiskunde betref, in Suid-Afrika krisisafmetings aanneem. Onderwysers wat Wiskunde onderrig asook die wyse waarop dit gedoen word, moet dringend aandag geniet. Hierdie empiriese analise het regverdiging verskaf vir die huidige navorsing. Die kritiese vraag wat deur die navorsing beantwoord moet word, was hoe hierdie krisis die hoof gebied moet word en wat gedoen moet word om die invloed van swak onderwysers op leerderprestasie tot 'n minimum te beperk.

2.4.5 Belowende oplossings/Goeie praktyke

Jordaan (2013) meld in 'n onderhoud dat daar vanaf 2002 tot 2006 'n multigraadintervensie in 230 multigraadskole in die Wes-Kaap siklies oor vyf jaar geïmplementeer is. Uit die onderhoud was dit duidelik dat die onderwysers verbonde aan hierdie skole baie sukkel om self Wiskunde te doen en dat leerders die intermediêre fase met groot agterstande betree. Tydens hierdie intervensie is Wiskunde en tale deur professionele ontwikkeling van onderwysers in klusters geïmplementeer. Kommunikasie en ondersteuning aan onderwysers deur mentors, sleutelonderwysers en kollegas het 'n reuseverandering teweeg gebring. Na aanleiding van intervensie was dit baie duidelik dat die ontwikkeling van getalbegrip (tel, kombinasies en tafels) deur die aanbieding van hoofberekeninge 'n groot hupstoot aan leerders asook onderwysers se selfvertroue gegee het. Die intervensie het dan ook ná afloop daarvan duidelike aanbevelings gemaak vir die opstel van leermateriaal vir hierdie skole in beide Wiskunde en die tale.

'n Opvoedkundige ontwerpnavorsing-studie deur Ottevanger (2001) om ondersteuningsmateriaal in Namibië te ontwikkel, bied data van hoeveel probleme leerders in klein landelike skole ervaar. Alhoewel baie van dié onderwysers se vakkennis gebrekkig is, ontvang hulle weinig ondersteuning in die vorm van geskikte opvoedkundige materiaal. Deur leswaarneming is agtergekom dat weinig lesbeplanning plaasvind. In baie klasse wat deur Ottevanger (2001) besoek is, was kryt en 'n skryfbord die enigste onderrighulpmiddel. Onderwysers moet ondersteun word om 'n lesverloop te beplan, en moet begryp dat alle lesse uit 'n inleiding, onderrig en leergedeelte asook 'n slot bestaan (Pridmore, 2007:4). Baie min aandag word in

multigraadklasse aan groepering van leerders gegee. In die meeste klasse vind steeds klasonderrig plaas, iets wat baie moeilik verander kan word (SLO, 2008). Padmanabha Rao en Rama (2010) het tot die slotsom gekom dat leermateriaal saamgestel moet word wat verseker dat lesse in verloopfasies opgedeel word, dat leerders gegroep moet word asook dat gereelde assessering moet plaasvind sodat effektiewe differensiasie kan plaasvind.

Leergidse in die Escuela Nueva-skole in Colombia word as 'n baie belangrike element van die sukses van hierdie stelsel toegeskryf. 'n Uittreksel van so 'n leergids (Learning Guides, 2004), is gebruik om onderstaande beginsels te bekom.

'n Leergids, soos in die Escuela Nueva-skole gebruik, is 'n interaktiewe teks wat leerdergesentreerd is en selfgerigte, aktiewe en deelnemende leer tot gevolg het. Die leergids bied aktiwiteite aan wat leerders óf individueel óf gedeeltelik in groepe voltooi. Die onderwyser fasiliteer hierdie leerproses. Die leergidse skep 'n dinamiese, aktiewe en deelnemende leeromgewing en probeer om die verskillende faktore, elemente, insette en strategieë deur navorsings geïdentifiseer, te implementeer.

Die gidse is voorts gebaseer op die gedagte dat leer die beste deur interaksie en bespreking plaasvind. Kennis word met inagneming van 'n sosiale verband saamgestel en bied 'n belangrike agtergrond vir die ontwikkeling van interaktiewe leer. Altbach en Kelly (1978), verduidelik dat niks die geskrewe woord as 'n sleutelement in die opvoedkundige proses kan vervang nie. Daarom bly boeke by alle verskillende grade steeds die sentrale fokus in skole. Die leergidse bied inhoude en prosesse deurdat dit stap-vir-stap-instruksies bied en oop vrae vir bespreking voorstel. Hierdie stap-vir-stap-instruksies en vrae stimuleer die ontwikkeling van logiese denke en moedig besprekings, aktiewe deelname en interaksies tussen leerders en tussen leerders en die onderwyser aan.

Die leergidse maak die kurrikulum funksioneel en ontwikkel die basiese bekwaamhede of vaardighede in die belangrikste wiskundige afdelings. Die leergidse neem die fokus of integriteit van elke vak in gedagte en verskaf organisasie en progressie vir aktiwiteite wat teen die leerder se eie spoed voltooi kan word. Hierdeur word 'n buigbare en aanpasbare tempo van vordering bewerkstellig en word die eiesoortige behoefte van elke individuele leerder in ag geneem.

Deur die leergidse te gebruik bestee die onderwyser meer tyd en individuele aandag aan leerders aangesien die gidse nie van die onderwyser verwag om onderrig en instruksies oor die voorgeskrewe werk te doen nie. Alhoewel die leergidse die aktiwiteite in die klas rig, help dit ook die onderwyser om die klasse te beplan en aan te bied in situasies, soos in 'n multigraadklaskamer. Die leergidse fasiliteer gevolglik leer in verskillende groepe gelyktydig.

Doelstellings met die leergidse en voordele wat dit vir die leerders inhou:

- ondersteun leerdergesentreerde leer;
- moedig aktiewe, deelnemende en koöperatiewe leer aan;
- verseker dat leer deur bespreking en interaksie plaasvind;
- maak voorsiening vir buigsame vordering ten einde verskillende tempo's van leer by leerders te akkommodeer;
- ondersteun evaluering op 'n deurlopende grondslag en verseker gereelde terugvoering aan leerders;
- ondersteun hoërordedenke by leerders;
- ontwikkel kommunikasievaardighede;
- verseker balans tussen individuele en koöperatiewe leer;
- maak dit moontlik vir die leerders om tyd beter te gebruik tydens aktiwiteite wat effektiewe leer verseker; en

In die geval van die onderwysers is die gidse soos volg van nut:

- fasiliteer klasbeplanning;
- help onderwysers om tyd beter te benut verander en verbeter die rol van die onderwyser as fasiliteerder en evalueerder om roetine-onderrig aan leerders te bied en dus leertyd effektief te gebruik;
- integreer inhoude en prosesse en laat pedagogiese prosesse toe wat leer tot gevolg het;
- is die hoofbronne vir onderwysers in multigraadklaskamers; en
- bied 'n logiese verloop ten opsigte van organisasie, naamlik basiese aktiwiteite ('op my eie', in pare en in groepe), inoefen van aktiwiteite (individueel, 'in my groep'), en toepassingsaktiwiteite ('op my eie').

UNESCO (1991:19–20) verwys na hierdie gidse as “self-instructional textbooks with detailed instructions”. Hy beweer dat, alhoewel die graad een-leerders in multigraadklasse die meeste van hulle tyd daaraan bestee om te leer lees en skryf (soos in monograad skole), bestee die intermediêre fases die meeste van hulle tyd daaraan om met selfonderrig-leermateriaal – wat aktiewe leer, besluitneming, kognitiewe vaardighede en groepsbesprekings verwag – te werk. Hierdie leermateriaal word vir die vier basiese vakke, naamlik taal, wiskunde, wetenskap en sosiale studies voorberei. Dit kan baie maklik deur 'n minder ervare of ongekwalifiseerde onderwyser aangebied word aangesien volledige instruksies vir leerders in die leergids ingesluit word.

2.5 Ontwerpbeginsels

Die fokus van die huidige studie was om 'n waarde-oordeel oor die gehalte van die prototipe-materiaal wat vir Wiskunde vir die intermediêre fase in 'n multigraadskool saamgestel is, uit te spreek. Twee navorsingsvrae het die studie gerig, naamlik die vraag na die geldigheid van die ontwerpbeginsels vir die prototipe-materiaal, en tweedens die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal vir die aanbieding van Wiskunde in 'n multigraadklas. In hierdie hoofstuk is 'n literatuuroorsig verskaf aan die hand waarvan die belangrikste denke geïdentifiseer is ten einde die navorsingsprobleem aan te pak. Die essensiële aanduiders is ondersoek en is in ontwerpbeginsels vasgelê. Hierdie beginsels is deur navorsingsinstrumente (soos in die volgende hoofstuk bespreek sal word) as rigtinggewende vrae gebruik om data te versamel.

Die kriteria van geldigheid en bruikbaarheid van die prototipe-materiaal is bepaal aan die hand van die essensiële aanduiders soos in hierdie hoofstuk geïdentifiseer, naamlik multigraadonderrig asook wiskunde vir die intermediêre fase van 'n skool waarin multigraadonderrig plaasvind. Die filosofiese onderbou van konstruktivisme asook die opvoedkundige ontwerpnavorsings-metodologie is gekies vir begeleiding van die studie.

2.5.1 Geldigheid van materiaal – Vakinhoud, ontwerp en beplanning

In die huidige studie het dit by die bepaling van geldigheid, eerstens gegaan oor die **vakinhoud, ontwerp** en die **beplanning** van die materiaal. Tweedens is daar gekyk na die **gehalte van die skrywers en die beplanningspan** (sien 4.3.2.1.2) In die volgende aantal paragrawe word die kriteria wat na aanleiding van die literatuurstudie in hoofstuk 2 afgelei is en wat gebruik is om data te versamel, bespreek (sien 2.3.1).

Vir die materiaal om geldig te wees, was dit belangrik dat **die vakinhoud en getalgebied, soos deur die nuwe Kurrikulum en Assesseringsbeleidsverklaring (KABV) vereis**, nagevolg sou word. Die jaar se werk word in betekenisvolle aktiwiteite onderverdeel. Een jaar se vakinhoud word in kwartale verdeel en die verpligte ses uur per week word in lesure per dag verdeel. Elke begrip wat die leerder moet baasraak, word 'n **leermoment** genoem en dit kan oor meer as een lesuur strek.

Die uitleg en die verloop van elke lesuur vereis noukeurige **beplanning**. Aan die begin van elke lesuur moet daar 'n uiteensetting van verwagtinge gestel word sodat die leerder presies weet wat hy/sy gaan leer. Aan die einde van elke lesuur moet daar geleentheid gegee word vir refleksie om te bepaal of daar aan die verwagtinge voldoen is al dan nie. Aangesien die gedagte is dat die materiaal so ontwerp word dat die leerder op sy/haar eie werk sonder veel inmenging van die onderwyser, sal daar spesifieke simbole of ikone moet wees wat presies aandui wat om wanneer

te doen. Die belangrikste gedagte hier is dat al die leerders die hele tyd konstruktief besig moet wees. Die materiaal moet so beplan word dat die leerder te alle tye weet wat om te doen en dat sinvolle leer sonder te veel inmenging van die onderwyser sal plaasvind.

Daar moet wegbeweeg word van blote kennisoordrag en daarom is die hoofdoel van geldige onderrigmateriaal om die leerders na **begripsvorming en logiese denke** te begelei. Om dit reg te kry, moet elke leermoment by die bekende (bestaande kennis van die leerder) begin en stap vir stap na die onbekende beweeg. Begrip vorm makliker by leerders as hulle die inhoud konkreet sien, daarna deur middel van prentjies en simbole daarmee werk voordat hulle die abstrakte kan baasraak. Voorsiening moet gemaak word vir bogenoemde werkswyse.

Assessering, waartydens daar eerder op die leerder se ontwikkeling gefokus word as op hoe goed of sleg hy/sy vaar, is veral aanvaarbaar by multigraadonderrig. Selfassessering, groepsassessering, drilwerk, toetse en beskikbare memorandum wat in die materiaal ingeskryf word, word aanbeveel.

In die geheel gesien, moes onderrigmateriaal so beplan word dat daar duidelike horisontale **progressie** (van een graad na die volgende) en vertikale progressie (binne elke graad) is.

Interafhanklike werk verwys na werk waartydens die leerder na 'n ouer leerder, of een wat meer vaardig as hy/sy is, gaan vir hulp. So 'n werkswyse moedig kommunikasie aan wat weer op sy beurt logiese denke en redenasievermoëns bevorder. Om dié rede moet daar tydens multigraadonderrig genoeg tyd vir groepwerk ingeruim word.

Onafhanklike werk verwys na die werk waar die leerder self verantwoordelikheid aanvaar vir sy/haar werk en met selfvertroue kan voortgaan, ongeag of die onderwyser oor sy/haar skouer loer. Die klassituasie verander dus van 'n onderwyser-leerdersesentreerde benadering na 'n materiaal-leerdersesentreerde benadering. Die onderwyser en toepaslike leermateriaal is steeds die inisieerders van die leerproses, aangesien leerders hulle eie leer net so ver kan neem as wat hulle eie kennis strek.

2.5.2 Respondente se filosofie en denke oor die onderwys

Alvorens die respondente 'n geldige oordeel oor die ontwerpbeginsels van die materiaal kon uitspreek, was dit nodig om hulle filosofie en denke oor die onderwys in die algemeen te bepaal, aangesien respondente se onderwysfilosofie en denke oor die onderwys 'n invloed kon hê op die wyse waarop hulle die vrae in die vraelys sou beantwoord. Vrae in verband met hulle **sieninge oor onderrig en leer, leerders se leervermoë, individualiteit en uniekheid** was hier ter sprake. Respondente se **konseptuele begrip van multigraadonderrig** en hulle **gesindheid teenoor verandering** was dus ook belangrik.

2.5.3 Respondente se filosofie en denke oor multigraadonderrig en wiskunde

Aangesien sommige respondente negatief gevoel het oor multigraadonderrig en/of Wiskunde, was dit voorts belangrik om hulle gesindheid hieroor te bepaal. Was dit hulle siening dat sommige leerders wel onafhanklik en op hulle eie kan leer indien geskikte materiaal verskaf word? Was respondente oortuig dat leer tydens groepwerk kan plaasvind en wat was hulle sieninge oor die belangrikheid van kommunikasie tydens begripvorming in Wiskunde? Daar moes ook bepaal word of die respondente positief gevoel het oor Wiskunde, of blaai en blaai somme tot enige nut vir hulle leerders was en of die aanbiedingsmetode soos aan hulle bekend, enige vrugte afgewerp het.

2.5.4 Bruikbaarheid van die formaat

Die **formaat** van bruikbare wiskundemateriaal in 'n multigraadklas, moet sodanig wees dat al die grade in die klas met een onderwerp besig is, maar elke leerder op sy/haar eie vlak. Die voordeel hiervan is dat die onderwyser die onderwerp in klasverband kan inlei, en elke graad daarna met hulle eie aktiwiteite op hulle besondere vlak van ontwikkeling kan besig raak. Beide horisontale en vertikale progressie word in die leermateriaal ingebou – alle leerders doen dus dieselfde werk op dieselfde tydstip. Die geleentheid bestaan dat hulle na vorige jare se werk kan teruggaan as hulle nie verstaan nie of vooruitskouend kan werk as versnelling.

Grootskaalse afwesighede van beide onderwyser en leerders moet aandag geniet sodat agterstande by leerders uitgewis kan word. Indien 'n leerder byvoorbeeld lank afwesig was, moet hy/sy met die materiaal kan aangaan waar hy/sy opgehou het. Indien die onderwyser afwesig is, moet die leerders steeds kan voortgaan deur slegs die ikone te volg. **Die ikone/simbole** (Hoofstuk 4 van die studie) help ook die leerders en onderwysers om 'n vaste roetine in die klaskamer te verseker (Rishi Valley Education Centre, 2014)

Formatiewe en summatiewe assessering moet in die leermateriaal ingebou wees en verskillende vorme van assessering moet toegepas word. Toetse moet aan die onderwyser en leerder 'n goeie idee gee omtrent werk wat nog aandag verg.

Genoegsame materiaal moet verskaf word sodat onderwysers nie ekstra werk moet verskaf nie. Gedifferensieerde materiaal, herhaling van begrippe waarmee sekere leerders sukkel en versnelde werk vir leerders wat vinnig klaarmaak en verstaan, moet ingevoeg word.

Die materiaal moet **selfgerigte leer bevorder** en die leerder help om op sy/haar eie te werk. Selfgerigte leer word bevorder as die leerders nie vrees ervaar nie, die materiaal geniet, verstaan, gemotiveerd is en te alle tye weet wat om te doen (Oswald, 2003).

Groepwerk en gesprekvoering moet 'n integrale deel van elke les uitmaak en die materiaal moet dié gedagte bevorder. By elke dag se les moet daar byvoorbeeld 'n ikon/simbool wees wat aandui dat die leerder in 'n groep of met 'n maat oor 'n aktiwiteit of twee moet kommunikeer. Sommige onderwysers sukkel nog self met Wiskunde (NSES, 2011). Geskikte materiaal moet **deeglike verduidelikings** en uitlegte van die inhoud verskaf sodat onderwysers self kan leer en verstaan.

2.5.5 Verstaanbaarheid van materiaal

Verandering en die implementering van vernuwend denke het 'n negatiewe konnotasie in Suid-Afrikaanse skole. As onderwysers nie positief daaroor is nie of nie die prototipe-materiaal verstaan nie, is dit nie bruikbaar in die klaskamers nie (Carl, 2009). Die taak van onderwysers verskuif van 'n onderrigrol na 'n fasiliteringsrol en dit kan vir sommige onderwysers intimiderend wees. Sal die onderwyser byvoorbeeld noodwendig die klaskamer en groepering van die leerders so kan en wil verander dat dit aanpas by die pedagogiek van die nuwe prototipe-materiaal?

Die amptenare van die onderwysdepartement sal die prototipe-materiaal moet goedkeur en aanvaar voordat dit op groot skaal na skole toe uitgaan. Om dit suksesvol te kan deurvoer, moet daar duidelike bewyse wees dat die materiaal voldoen aan die vereistes van die KABV.

2.5.6 Versoenbaarheid van materiaal met multigraadonderrig

Die vrae wat in dié verband suksesvol beantwoord moes word, is of die materiaal die onderwyser se **werkklas** sal verminder, of **leerderprestasie** deur middel van die materiaal bevorder gaan word en of die materiaal 'n **motiverende invloed** op beide die onderwyser en die leerders sal hê. 'n Verdere vraag is of die voordele van hierdie materiaal byvoorbeeld meer is as die nadele.

Dit is die navorser se mening dat die ontwerpbeginsels soos in 2.5 uiteengesit, die eerste stap is om die twee subvrae van die navorsing suksesvol te beantwoord. In hoofstuk 3 word 'n opsomming van die kundiges en onderwysers se evaluering aan die hand van bostaande kriteria verskaf. Die evaluering het as die eerste stap gedien om die kriteria te toets en te verbeter.

2.6 Samevatting

Wêreldwyd word monograadonderrig as die dominante en ideale onderwysstrategie beskou. Daarom is daar 'n gebrek aan belangstelling, materiaal, opleiding en finansiële ondersteuning aan multigraadonderrig (Berry, 2007:27). Aangesien multigraadonderwys 'n werkwyse bied vir ongeveer 30 persent van die wêreld se leerders, is daar 'n behoefte om vas te stel watter strategieë tans met sukses in die wêreld gebruik word en watter lesse daaruit te leer is. Vanuit

die verskillende strategieë is die materiaal- en leerdergesentreerde benadering die een wat met sukses aangewend word (Pridmore, 2007:12-15). In hulle soeke na 'n spesifieke multigraadpedagogiek het navorsers vyf kategorieë (sien 2.3.1. **Verskille tussen multigraadonderrig en monograadonderrig**) geïdentifiseer waarbinne 'n moontlike multigraadpedagogiek ontwikkel kan word. Die meeste navorsers (Little, 2007; Beukes, 2006; Alexander, 2008) en praktisyns (die persone wat in die praktyk met die materiaal werk bv. onderwysers) stem saam dat suksesvolle multigraadonderrig afhang van toepaslike materiaal wat so ontwerp is dat 'n individu of groepe van verskillende groottes en vlakke daarmee kan werk (Little, 2007:320).

Die twee belangrikste pilare van Wiskunde-onderrig is die vakinhoud en 'n pedagogiek (manier van onderrig en leer) (Alexander, 2008; Combrinck, 2011). Dieselfde geld ook wanneer Wiskundemateriaal ter sprake is. Die KABV (Departement van Basiese Onderwys, 2011) verskaf die vakinhoud en tydindeling van die inhoud waarvan nie afgewyk mag word nie. Navorsers (Le Cornu, Peters en Collins, 2003; Schifter en Simon, 1992) is dit eens dat die benadering waar die leerder sentraal in 'n begripsvormingsproses staan, die aangewese metode vir Wiskunde-onderrig is.

In hierdie hoofstuk is aan die hand van 'n literatuurstudie en goeie praktyke sekere ontwerpbeginsels geïdentifiseer om die navorsingsvrae aan te pak. In die volgende hoofstuk word besin oor die metodologie om hierdie bewyse of beginsels te versamel en te evalueer. Instrumente en werkswyse word uiteengesit aan die hand waarvan hierdie data versamel sal word.

HOOFSTUK 3

NAVORSINGSMETODOLOGIE

3.1 Inleiding

Hierdie navorsingsprojek het die prototipe-materiaal vir Wiskunde (vir grade 4–6, die intermediêre fase) in landelike multigraadskole bestudeer om 'n uitspraak oor die gehalte daarvan te maak. Die navorsingsvrae het die ondersoeker gedwing om seker te maak dat die eerste prototipe-materiaal geldig en bruikbaar is vir die aanbieding van Wiskunde in 'n multigraadklas. Gedurende die navorsing is op Leedy en Ormrod (2010:135) se aanbeveling gesteun:

To answer some research questions, we cannot skim across the surface. We must dig deep to get a complete understanding of the phenomenon we are studying. In qualitative research, we do indeed dig deep: we collect numerous forms of data and examine them from various angles to construct a rich and meaningful picture of a complex, multifaceted situation.

In die vorige hoofstuk is 'n voorafondersoek aan die hand van 'n literatuuoroorsig onderneem om ontwerpbeginsels (sien 2.5) te identifiseer. Hierdie ontwerpbeginsels het as inhoud gedien vir die ontwerp van navorsingsinstrumente om data te versamel en te ontleed sodat uitsprake oor geldigheid en bruikbaarheid van die prototipe-materiaal gemaak kon word. Uitsprake bevat ook aanbevelings vir gehalteverbetering en moontlike verdere sikliese ontwikkeling.

In hierdie hoofstuk word die navorsingsontwerp asook metodes en instrumente wat vir dataversameling gebruik is om die navorsingsvrae te beantwoord, bepaal. 'n Konseptuele navorsingsontwerp, die rol van die navorser asook etiese oorwegings sal aan bod kom. Creswell (2009:5) verskaf drie sentrale vrae om leiding aan navorsingsontwerp te bied. Dié vrae het rigting aan hierdie studie verskaf (sien ook diagram 3.1 vir 'n diagrammatiese voorstel hiervan):

- Watter wêreldsiening (aannames oor leer en nuwe kennis) word deur die navorser gemaak?
- Watter ondersoekstrategieë word gebruik?
- Watter metode van dataversameling en -analise word gebruik?

3.2 Navorsingsontwerp

Die Odendal (1994:729, 776) formuleer die twee dele van hierdie begrip soos volg:

Navors: “noukeurige ondersoek; krities en deurtastend ondersoek”

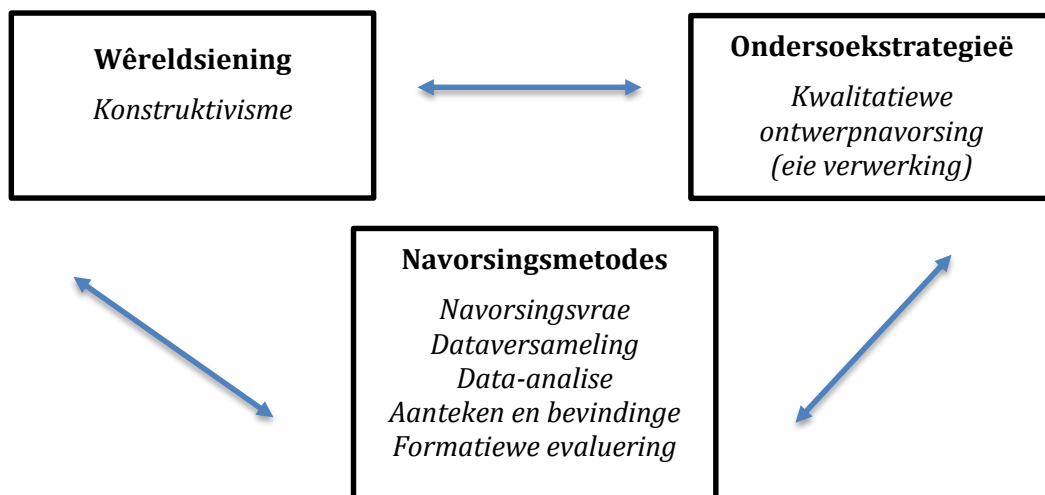
Ontwerp: “voorlopige skets, plan, opset, aantekeninge van hoofpunte”

Navorsingsontwerp verwys na die planne wat gemaak word om data te versamel en te interpreteer (Creswell, 2009:5). Na hierdie totale proses van dataversameling en analise word dikwels verwys as “navorsing”. Navorsing is dus ’n omvattende plan wat vanaf breë sieninge tot gedetailleerde metodes van ondersoek voorsiening maak (Webwerf SLO publikasies oor ontwerpnavorsing). Die doel van hierdie navorsing was om navorsingsvrae te beantwoord asook om met voorstelle te kom om beide die produk (prototipe-materiaal vir Wiskunde) asook die kennis/teorie (besluitneming en beleidsformulering) vir multigraadonderrig te verbeter. Plomp en Nieveen (2009:10) beklemtoon die belangrikheid van kennis en begrip asook toepassings wanneer hulle soos volg na navorsing verwys:

The key focus in all scientific research is the search for ‘understanding’ or for ‘knowing’ with the aim of contributing to the body of knowledge or a theory in the domain of research. Other broad aims of doing educational research are to provide insights and contributions for improving practice and to inform decisions making and policy development in the domain of education.

Soos hierbo aangedui, lig Creswell (2009:5) in onderstaande diagrammatiese voorstelling drie elemente van ’n navorsingsontwerp uit. Onder elke element is die onderafdelings soos op hierdie studie van toepassing, bygevoeg.

Diagram 3.1: Elemente van die navorsingsontwerp



3.3 Navorsingsbenadering

Plomp en Nieveen (2009:10–12) beveel aan dat navorsing volgens ’n vaste patroon uitgevoer word. Handboeke oor navorsingsmetodologie verskaf ’n groot verskeidenheid navorsingsbenaderings (Denscomb, 2007). Alhoewel daar vaste patrone in navorsingsmetodologie is, sal die metodologie van navorser tot navorser verskil na gelang van die vereistes van die navorsingsvrae van elke studie. Plomp en Nieveen (2009:12) wys daarop

dat 'n navorsingsmetodologie gebruik kan word om meer as een navorsingsfunksie te vervul. Die navorsingsbenadering van hierdie studie was een van **evalueringsnavorsing** – wat verwys na die navorsingsfunksie as bepaling van die gehalte (geldigheid en bruikbaarheid) van die prototipe-materiaal. 'n Tweede navorsingsbenadering wat hierdie studie gevolg het, was die opvoedkundige **ontwerpnavorsingsbenadering**. Hierdie hoofstuk gee dus kortliks 'n oorsig oor hierdie benaderings waarna 'n **eie raamwerk** aangebied word om die navorsingsvrae van hierdie studie te beantwoord.

Hoewel 'n navorser se filosofiese idees grotendeels verborge bly, beïnvloed dié idees tog die navorsing en daarom is dit belangrik om te noem. Creswell (2009:5) voeg ook nog ander elemente by, soos die eiesoortige filosofiese siening van elke navorser wat elke navorsingsbenadering uniek maak.

... in planning a study, researchers need to think through the philosophical worldview assumptions that they bring to the study, the strategy of inquiry that is related to this worldview, and the specific methods or procedures of research that translate the approach into practice.

3.3.1 Wêreldsiening: Konstruktivisme

Reeds vanaf hoofstuk 1 (sien 1.5 – teoretiese filosofie) asook hoofstuk 2 (punt 2.2.2 konstruktivisme as 'n leerteorie) word redes verskaf waarom konstruktivisme as 'n filosofie vir hierdie studie verkies is. Konstruktivisme as 'n leerteorie en die noue band met ontwerpnavorsing, multigraadonderrig en Wiskunde maak die grondslag uit van so 'n beredenering. Creswell (2009) se diagrammatiese voorstelling hierbo gaan ook van die veronderstelling uit dat navorsers hulle wêreldsiening bekend sal maak. Vervolgens word aangedui waarom konstruktivisme ook vir navorsingsdoeleindes die geskikste filosofie was.

As filosofiese vertrekpunt vir konstruktivisme word geglo dat individue voortdurend besig is om die wêreld waarin hulle lewe en werk, te probeer verstaan. Die groot verskeidenheid ervarings lei daartoe dat elke individu slegs subjektiewe betekenis aan sy eie ervarings kan heg. Met verwysing na hierdie studie het dit beteken dat die navorser nie te noue sienings of beginsels moes neerlê nie, maar eerder na die kompleksiteit en verskeidenheid van betekenis moes soek. Dit was dus ook vir die navorser belangrik om voortdurend te probeer om deelnemers se eie sienings te bepaal en te ondersteun. Om dit te kon doen moet vrae breed en algemeen gestel word. Deelnemers moes die geleentheid gebied word om self betekenis saam te stel (Delpont, De Vos, Strydom en Fouché, 2009:292). Die konstruktivisme glo dat betekenis ontwikkel word wanneer daar interaksie met ander persone is. Tydens sodanige gesprekke behoort vrae wat deur die navorser gestel word, “oop en algemeen” geformuleer te word. Ten slotte dwing hierdie sienings navorsers om versigtig te luister na wat elke individu oor sy of haar eie situasie te sê het.

'n Konstruktivistiese siening vereis van 'n navorser om te besef dat kontak met ander persone asook dit wat in die verlede gebeur het, 'n invloed op die siening van deelnemers het (sien Bybee et al., 2006). Indien 'n navorser deelnemers wil verstaan, is historiese en kulturele norme asook die omgewing waarin die deelnemers woon, belangrike bronne van inligting. 'n Navorsers moet ook besef dat eie agtergrond interpretasie beïnvloed (De Vos et al., 2009). Om dit te bowe te kom, was dit nodig dat hierdie navorser haar rol asook sekere etiese aspekte moes verklaar (sien 3.4.2).

Konstruktivistiese sieninge kan ook na die klaskamer deurgetrek word, soos die siening dat kennis nie net aan 'n leerder oorgedra word nie. Die onderwyser skep 'n uitnodigende leeromgewing aangesien die suksesvolle samestelling van leer slegs deur die leerder self gedoen kan word. Vanuit 'n filosofiese standpunt reflekteer konstruktivisme 'n eenvoudige feit: elkeen van ons stel sy/haar eie begrip van die wêreld saam. Daarom het elke individu 'n unieke siening van die wêreld. Volgens Piaget (Anderson et al., 1998:234) is leerders se mening die beginpunt vir die samestelling van nuwe kennis, 'n proses wat soos volg deur UNESCO (2012:41) omskryf word:

Eliminating this conflict restores the so-called cognitive equilibrium (balance) characterized by the processes of assimilation of new knowledge into the existing schema and accommodation (e.g. change, modification, replacement) of previous schema based on newly learned knowledge and understanding.

Bogenoemde siening word nie deur almal aanvaar nie. Konstruktivisme is 'n opvoedkundige filosofie en nie 'n leer-tegnologie (of 'n klaskamerpraktyk) nie. Dit veroorsaak probleme by die praktiese implementering van konstruktivisme in die klaskamer (Anderson et al., 1998).

Nieteenstaande teenstanders se argumente kry konstruktivisme ondersteuning vanuit die onderwysgemeenskap deurdad die teorie in die praktyk geïmplementeer word. Daar is 'n verskuiwing vanaf die teorie van behaviorisme na konstruktivisme. Verskeie skole en universiteite wend 'n doelbewuste poging aan om so 'n verskuiwing daadwerklik te implementeer. Een so 'n voorbeeld aan tersiêre inrigtings is die inskryf van hierdie benadering in die kurrikulum vir onderwysersopleiding. Tshoshanov (2013:14) sê: "Instead of studying the works of E. Thorndike, B. Skinner and other representatives of behaviourism, pre-service teachers study the work of J. Piaget, J. Dewey, L. Vygotsky and other constructivist scholars."

Vygotsky het reeds in 1930 geskryf dat die doel van onderwys is om jong leerders voor te berei om hulle vir die res van hulle lewe op te voed. Vir hierdie studie, wat spesifiek vir die gehalteverbetering van wiskunde in multigraadonderrig voorsiening wou maak, was dié wêreldsiening gepas. Dit word baie goed vasgevat in volgende beklemtoning deur Tshoshanov (2013:41): "Constructivism values the process more than the result. Piaget argues that scientific

knowledge is not a static phenomenon; it is a process, more specifically, the process of continuous construction and reorganization.”

3.3.2 Geselekteerde ondersoekstrategieë: Kwalitatiewe, kwantitatiewe en gemengde metodes

Vervolgens word ondersoekstrategieë onder die loep geneem. Die keuse van 'n strategie behoort by konstruktivisme aan te pas asook ontwerpnavorsing te ondersteun. Volgens De Vos et al. (2009:73) bestaan daar tans twee bekende navorsingstrategieë vir dataversameling, naamlik die kwalitatiewe en die kwantitatiewe metodes. 'n Navorsers kan ook besluit op 'n gemengde kwalitatiewe/kwantitatiewe metode. Om 'n keuse tussen hierdie benaderings te maak is dit nodig om die verskille daartussen te verstaan (Creswell, 2009:4).

– Kwantitatiewe navorsingsmetode

Dié navorsingsmetode kan gesien word as konkrete, wetenskaplike navorsing wat fokus op meting en bekendmaking die data deur middel van statistiese dataversameling en -ontleding. Hierdie soort statistiese ontleding sluit eksperimentele en nie-eksperimentele navorsing in. Dit word gebruik om studies wetenskaplik te maak (Henning 2009:3). Creswell (2009:233) bied 'n omvattende verklaring van die term: “Quantitative research is a means for testing objective theories by examining the relationship among variables. These variables can be measured, typically on instruments, so that numbered data can be analysed using statistical procedures.”

Die klem van kwantitatiewe navorsing val op die grootte van die steekproef, die kwantifisering van respondente se response (bv. tellings wat hulle behaal op vraelyste of skale) en die statistiese verwerking daarvan.

– Kwalitatiewe navorsing

Creswell (2009:8) is van mening dat konstruktivisme as 'n tipiese benadering vir kwalitatiewe navorsing gesien kan word. In teenstelling met 'n kwantitatiewe metode val die klem by kwalitatiewe navorsing nie op syfers of statistieke nie. Individuele menings, ervarings en belewenisse word as grondslag van hierdie soort navorsing gesien. Kwalitatiewe navorsing is holisties van aard en hoef nie elke veranderlike in ag te neem nie (bv. vorige ervaring, omgewing en menings). Henning (2009:3) beveel aan dat dié soort veranderlikes by kwalitatiewe navorsing nie beheer moet word nie omdat dit die vryheid en natuurlike ontwikkelingsproses is wat vasgevang wil word. Creswell (2009:232) definieer kwalitatiewe navorsing soos volg:

Qualitative research is a means for exploring and understanding the meaning individuals or groups ascribe to a social or human problem. The process of research involves emerging questions and procedures; collecting data in the participants' setting; analysing the data inductively, building from particulars to general themes; and making interpretations of the meaning of the data.

In plaas daarvan dat 'n bestaande teorie getoets word, word daar tydens 'n kwalitatiewe studie eerder na oplossings vir komplekse probleme gesoek, hipoteses gevorm en teorieë of modelle ontwikkel (Creswell, 2009:175). Kwalitatiewe navorsing wil iets verbeter of ontwikkel, daarom word daar eerder op diepte as op getalle gefokus. Henning (2009:3) stel dit tereg so: "Qualitative studies usually aim for depth rather than "quantity of understanding."

– **Gemengde navorsingsmetodes**

Soms is 'n probleem te ingewikkeld vir die gebruik van slegs een navorsingsmetode. So 'n probleem word dan gehanteer deur van albei metodes gebruik te maak. Dit word gemengde navorsingsmetodes genoem, en dit is veral gewild by maatskaplike, kurrikulum- en gesondheidkwessies. Gemengde navorsingsmetodes word soos volg gedefinieer:

Mixed methods research is an approach to inquiry that combines or associates both qualitative and quantitative forms of research. It involves philosophical assumptions, the use of qualitative and quantitative approaches and the mixing of both approaches in a study" (Creswell, 2009:230).

Die gebruik van meer as een navorsingsmetode is nuttig omdat dit die sterk punte van albei metodes gebruik. Hierdie studie het verkies om hoofsaaklik van die kwalitatiewe navorsingsmetode gebruik te maak. Dit beteken nie dat ander metodes nie van toepassing was nie. Die ingewikkelde en geïntegreerde wêreld waarin ons lewe en die eiesoortigheid van elke individu vereis dat navorsing soms van verskillende benaderings gebruik moet maak.

3.3.3 Opvoedkundige ontwerpnavorsingmetode

Die tema van ontwerpnavorsing is deurlopend vanaf hoofstuk 1 (1.4 Konseptuele raamwerk) en hoofstuk twee (2.2.1 Ontwerpnavorsing) betrek. Geen duplisering het plaasgevind nie aangesien hoofstuk een slegs 'n oorsigtelike bekendstelling was, hoofstuk twee 'n literatuuroorsig en hierdie hoofstuk 'n bespreking vanuit 'n ontwerpnavorsing bied. Vanuit die raamwerk van ontwerpnavorsing het die navorser 'n eiesoortige ontwerpnavorsingsbenadering (sien 3.4.3), wat die doel en navorsingsvrae van hierdie studie kon ondersoek, ontwikkel.

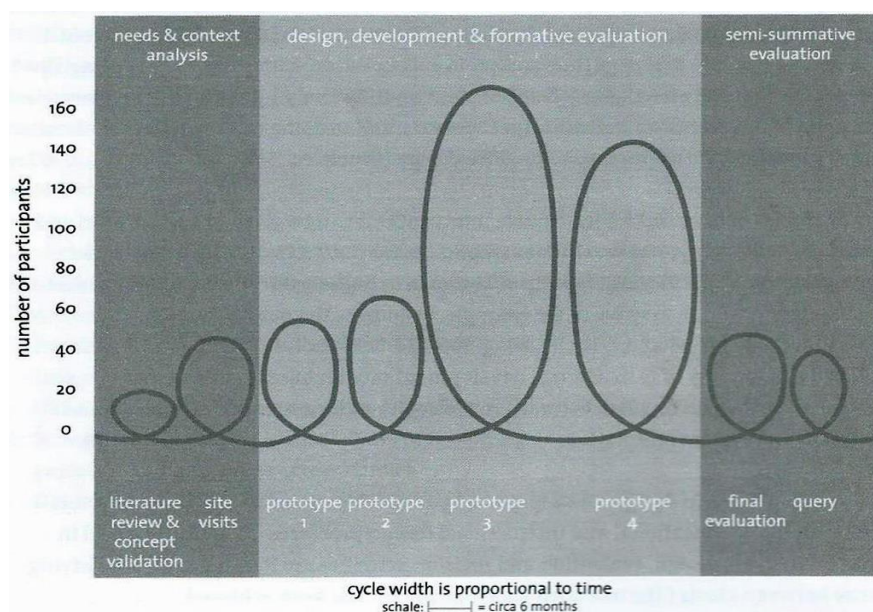
Volgens Plomp en Nieveen (2009:13) is opvoedkundige ontwerpnavorsing 'n stelselmatige studie van ontwerp, ontwikkeling en evaluering van opvoedkundige intervensies (soos programme, onderrig- en leerstrategieë, materiaal, produkte en stelsels) sodat oplossings vir komplekse

probleme in die praktyk gesoek kan word. Prosesse in ontwerpnavorsing sluit opvoedkundige ontwerpprosesse in wat verwys na 'n sikliese werkwyse van analise, ontwerp, evaluering en hersiening. Hierdie siklusse word herhaal totdat 'n bevredigende produk of proses ontwikkel is wat voldoen aan die vereistes van die navorsingsvrae. Volgens Plomp en Nieveen (2010:15) is dit moontlik dat die ontwerp en ontwikkeling nie van vooraf hoef te begin nie, maar dat dit by die evaluering van 'n bestaande intervensie kan begin. Die doel is dan om die noodsaaklikheid van verbetering te identifiseer en te her-ontwerp. Daar behoort 'n baie duidelike balans tussen die ontwerp (inhoud) en die produk te wees (Van den Akker, 2009).

Hierdie proses kan op verskillende maniere voorgestel word, maar verskeie navorsers (Kelly, 2008; McKenney et al., 2012; Plomp en Nieveen, 2009) stem saam dat die proses van ontwerpnavorsing uit drie fases bestaan), naamlik:

- 'n Voorafondersoek wat uit 'n behoefte- en inhoudsanalise, literatuuroorsig en ontwikkeling van 'n konseptuele raamwerk vir die studie bestaan.
- Prototipe-fase wat 'n sikliese ontwerpfase is. Elke siklus is 'n navorsingsfase met formatiewe evaluering as die belangrikste navorsingsaktiwiteit om die intervensie te verbeter.
- Asseseringsfase wat semi-sommatiewe evaluering insluit en afsluit met 'n waardeoordeel aan die hand van vooraf bepaalde spesifikasies. Die voorvoegsel "semi-" dui daarop dat ontwikkeling half klaar is en dus altyd voortgaan.

In die onderstaande diagrammatiese voorstelling word 'n voorstelling gegee van die drie fases en die sikliese verloop soos in die studies van McKenney (2001) aangedui.



Figuur 3.1: Die sikliese proses van ontwerpnavorsing

Opvoedkundige ontwerpnavorsing streef daarna om die gehalte van 'n produk en/of raamwerk telkens tydens 'n intervensie te verbeter. Dit vind plaas tydens die ontwerpfasie waartydens prototipes aan die hand van formatiewe evaluering verbeter word. Nieveen (2009:90) beskryf 'n prototipe as: "... a preliminary version of the whole or a part of an intervention before full commitment is made to construct and implement the final product."

Die begrip **formatiewe evaluering** verwys na voortdurende dataversameling asook 'n waardeoordeel om gehalte te verbeter. Nieveen (2009:93) identifiseer vier gehaltekriteria vir gebruik tydens formatiewe evaluering. Tabel 3.1 hieronder dui die kriteria asook betekenis aan.

Tabel 3.1: Kwaliteitskriteria tydens formatiewe evaluering

Kriteria	Beskrywing van kriteria
Relevansie	Daar is 'n behoefte aan die intervensie
Geldigheid	Die ontwerp, beginsels en inhoud is geldig; dit is gegrond op wetenskaplike kennis en is logies uiteengesit.
Bruikbaarheid	Verwagting: Daar is 'n verwagting dat die intervensie bruikbaar gaan wees vir die omstandighede waarvoor dit ontwerp en ontwikkel is. Werklikheid: Die intervensie is bruikbaar vir die omstandighede waarvoor dit ontwerp en ontwikkel is.
Effektiwiteit	Verwagting: Daar is 'n verwagting dat die nodige uitkomstes bereik gaan word met die gebruik van die intervensie Werklikheid: Wanneer die intervensie gebruik word, word die uitkomstes bereik.

Tydens formatiewe evaluering word daar van evalueringsmetodes en gepaardgaande aktiwiteite gebruik gemaak om data te versamel. Hieronder (tabel 3.2) volg 'n aantal evalueringsmetodes asook aktiwiteite soos uit 'n ontwerpinstrument deur die nasionale sentrum vir kurrikulumontwikkeling (SLO) in Nederland ontwikkel. Dit was deur kurrikulumontwikkelaars en navorsers aan die sentrum vir multigraadonderrig gebruik om data te versamel en staan bekend as 'n "evaluation matchboard" (Thijs en van den Akker, 2009:43).

Tabel 3.2: Evalueringsmetodes en aktiwiteite (evaluation matchboard of evalueringspasplank) (Thijs en van den Akker, 2009:43)

Evalueringsmetodes	Aktiwiteite
<p>1. Sifting (“screening”) Noukeurige ondervraging. Lede van ’n ontwerpspan kontroleer die ontwerpbeginsels aan die hand van ’n kontrolelys of belangrike eienskappe van gedeeltes van die intervensie.</p>	<p>Gebruik ’n kontrolelys Vergelyk ’n bepaalde intervensie met ’n lys verwagte eienskappe vir die intervensie</p>
<p>2. Waardebepaling deur kundiges (“expert appraisal”) ’n Groep kundiges (bv. vakkundiges; kurrikulumontwikkelaars; onderwysers, ens.) reageer op ’n prototipe van die intervensie.</p>	<p>Fokusgroep onderhoudvoering Stel vrae aan respondente tydens ’n gesprek om sodoende inligting oor die intervensie te verkry. Neem waar/kyk en teken aan tydens die gesprek</p>
<p>3. Deurblaai (“walk-through”) ’n Lid van die navorsingsontwerpspan werk saam met een of meer verteenwoordigers van die teikengroep deur ’n prototipe van die intervensie.</p>	<p>Hantering van ’n vraelys Gebruik ’n vorm wat ’n lys vrae aandui om inligting van die respondente oor die intervensie te bekom.</p>

3.4 Grense van hierdie studie

Hieronder word enkele grense van hierdie studie aangedui. Dit is belangrik om daarop te wys dat die studie in opdrag van die Sentrum vir Multigraadonderrig (SMGO) te Wellington uitgevoer is. Aangesien finansiering vanuit Nederland verkry is, was die gevoel van die direkteur van die sentrum (Joubert, 2013) dat ontwerpnavorsing in die studie aandag moes kry. Dié studie het op ’n meestersgraadvlak plaasgevind en kon nie die omvattende sikliese benadering (sien figuur 3.1) van die ontwerpnavorsingsmetode volg nie. Die verloopsgebeure tydens die studie word hieronder (3.4.1) kortliks aangedui. Daarna word verwys na die rol van die navorser asook sekere etiese oorwegings. As laaste deel van hierdie afdeling dui die navorser ’n eiesoortige navorsingsontwerp vir hierdie studie, getrou aan die opvoedkundige ontwerpnavorsingsmodel, aan.

3.4.1 Tydsverloop

Tabel 3.3 bied ’n opsommende tydverloop wat aandui wat min of meer wanneer gebeur het. Dit dui ook die bestuur van die SMGO aan as inisieerders van die projek. ’n Komitee is aangewys om die beplanning te doen. Produkte van dié beplanning was beginsels en raamwerke wat aan skrywers gegee was aan die hand waarvan die prototipe-materiaal geskryf is.

Tabel 3.3: Die tydsverloop van die studie

Datum	Gebeure
Jaar 1	Besluit deur die SMGO om die intervensie uit te voer
	Aanwys van 'n komitee om die projek uit te voer: die projekleier koördineer vanuit die sentrum om dit te organiseer
	Werkzaamheid van komitee: besluite word geneem, 'n raamwerk word opgestel, skrywers en navorsers word gewerf
	Raamwerk vir die skryfspan word opgestel
	Eerste gedeelte van die prototipe-materiaal (intermediêre fase) word deur kundiges bespreek
Jaar 2	Skrywers skryf prototipe-materiaal
Jaar 3	Voltooi prototipe-materiaal vir grade 4–6
	Dataversameling deur die navorser om die geldigheid en bruikbaarheid van die prototipe-materiaal te bepaal
	Sentrum vir multigraadonderrig sluit*
Jaar 4	Voortsetting van studies
	Aanbevelings vir verdere en toekomstige ontwikkeling

*Die Nederlandse regering se kontrak met die SMGO het verstryk.

3.4.2 Rol van navorser en etiese oorwegings

Dit is belangrik dat die navorser aan die leser persoonlike verklarings (Locke et al., 2007, in Creswell, 2009:177) van hom-/haarself sal moet maak. In die geval van die huidige navorsing, is die navorser reeds baie jare lank 'n onderwyseres in 'n gekombineerde intermediêrefase-multigraadklaskamer. Alhoewel sy vir alle vakke verantwoordelik is, lê haar groot liefde en belangstelling by die onderrig van Wiskunde. Sy het met verskeie kollegas wat in 'n soortgelyke posisie as sy is, te make gekry. Die meeste van hulle sukkel self met Wiskunde en is nie gemotiveerd om dit aan te bied nie. Die navorser was vir drie jaar (2010–2012) deelyds as opleier van multigraadonderwysers wat landswyd vir die NDBO plaasvind, betrokke. Bogenoemde geleentheid en ervaringe van die navorser kon die gevaar inhou dat sy haar sieninge tydens dataversameling op ander kon afdruk. Die gevaar bestaan voorts dat die navorser persoonlike sieninge tydens data-analise kon inskryf. Verder kon seleksie van deelnemers so geskied dat dit die navorser se sieninge ondersteun. Die navorser moes besef dat objektiwiteit baie belangrik is en juis daarom is tydens die beplanning van die huidige navorsing besluit op die gebruik van benaderings soos konstruktivisme en kwalitatiewe dataversamelingstegnieke wat haar sou dwing om na die stemme van kundiges en praktisyns te luister en verstaan wat hulle sê. Gesprekke met die studieleier het ook verseker dat objektiewe besluite sover moontlik geneem is.

Hierdie soort navorsingsbenadering vereis ook dat die navorser verskeie rolle moes vervul. Werksdruk en ander verpligtinge kon veroorsaak dat die kontinuïteit van die studie as gevolg

van onderbrekings skade ly. Die navorser moes dus daarna streef om sover moontlik objektief en wetenskaplik te werk te gaan.

Kwalitatiewe navorsing is interpreterende navorsing (Creswell, 2009:177), met die ondersoeker krities betrokke by 'n reeks gesprekke met deelnemers. Die navorser was 'n aktiewe waarnemer van die keuse van die skryf- en ontwikkelingspan asook van die beplanningsfase. Die keuse van die ontwikkeling- en skryfspan en elke stap in die ontwikkelingsproses is genotuleer. Agendas en notules is bestudeer en inligting is aangeteken en geïnterpreteer. In belang van die betroubaarheid en geloofwaardigheid van die studie het die navorser as aktiewe deelnemer onttrek nadat die skrywers besig geraak het met die skryf van die prototipe-materiaal. Ná voltooiing van die prototipe-materiaal, is dit bestudeer en met ontwerpbeginsels vergelyk.

Om die objektiwiteit van hierdie navorsing te verseker, berus dié navorsing nie net op die siening en mening van een persoon, die navorser nie, maar word daar ook gebruik gemaak van die sieninge en menings van verskeie kundiges op verskillende gebiede van die onderwys (De Vos et al., 2009:346).

Nieveen (2013:100–102) beveel aan dat die navorser self by die formatiewe evaluering betrokke moet raak. Eie betrokkenheid by evaluering lei tot belangrike leerervarings vir die navorser. Die navorser sal dus self die probleme ervaar en eerstehands die voorstelle vir verbetering hoor wat deur die respondente gemaak word.

Geen skole, respondente se name of onderwysstreeke word in hierdie studie genoem nie aangesien anonimiteit verseker is. Dit was ook elke respondent se keuse om betrokke te raak of nie. Geen druk is op enigiemand geplaas om deel te neem nie (soos deur Berg, 2001, in Creswell, 2003 aanbeveel).

Die navorser het seker gemaak dat daar lank voor die tyd skriftelik met elke respondente gekommunikeer is. Die aanvanklike kontak is nader aan die tyd van deelname mondelings opgevolg om respondente aan afspraak te herinner. Al die voorgeskrewe werkwyses is gevolg om verlot van die WKOD te verkry om die navorsing te doen asook departementele amptenare te betrek. Die WKOD-brief van goedkeuring word as 'n Bylaag A aangeheg.

3.4.3 Eiesoortige navorsingsbenadering vir hierdie studie

Ná die ontwerp van navorsingsvrae word 'n eie raamwerk, evalueringsmetodes en aktiwiteite geïdentifiseer om 'n passende navorsingsbenadering (sien 3.3) vir elke individuele studie te ontwerp, soos hieronder uiteengesit (Plomp en Nieveen, 2009:94).

Onderstaande kan as 'eie raamwerk' vir hierdie studie gesien word. Uit die literatuuroorsig asook wêreldsiening soos in paragraaf 3.3 van hierdie studie aangedui, is 'n seleksie van 'n geskikte navorsingsontwerp gemaak. Hieronder volg 'n kort omskrywing van hierdie eiesoortige navorsingsontwerp.

– **Wêreldsiening**

Hierdie studie het 'n konstruktivistiese siening gevolg.

– **Ondersoekstrategieë**

Hierdie studie het voorkeur verleen aan kwalitatiewe navorsingsmetodes asook 'n eiesoortige ontwerpnavorsingsmetode.

– **Navorsingsfunksie vir hierdie studie**

Die navorsingsfunksie van hierdie studie was om wiskundemateriaal te evalueer.

– **Navorsingsbenadering**

Die benadering wat gevolg was, was eerstens om deur middel van evaluering die geldigheid en bruikbaarheid van die prototipe-wiskundemateriaal te bepaal. Tweedens was die benadering ontwerpnavorsing. Ontwerpnavorsing gaan oor die proses van ontwerp en ontwikkeling en is dus 'n intervensie met die doel om 'n probleem (wiskunde en multigraadonderrig) op te los.

– **Verloopmomente en hoofstukindeling van hierdie studie**

Die verloopmomente van hierdie studie het uit drie fases, naamlik die voorafondersoek, protipe-fase en die evaluering en aanbevelings bestaan. Die hoofstukindeling was as volg gedoen:

1. **Voorafondersoek** – Hoofstuk 1 verskaf 'n oorsigtelike aanbieding. In hoofstuk 2 word 'n literatuuroorsig gegee aan die hand waarvan konseptuele verklarings, die agtergrond en probleemanalise asook belowende goeie praktyke in Wiskunde-onderrig en multigraadonderrig ondersoek word. Na aanleiding van hierdie oorsig is beginsels saamgestel wat as die ontwerpspesifikasies (Berg, 2001) bekend staan. Aan die hand van hierdie ontwerpbeginsels is gepoog om die navorsingsvrae te beantwoord, 'n waarde-oordeel uit te spreek en sekere aanbevelings te doen om probleme in wiskunde- in multigraadonderrig (graad 4–6) op te los.

2. **Prototipe-fase** – In hoofstuk 3 word verslag gedoen oor instrumente wat saamgestel is om data te versamel en te analiseer. 'n Eiesoortige ontwerp van navorsing word in dié hoofstuk bekend gestel.
3. **Evaluering en aanbevelings** – In hoofstukke 4 en 5 word oor die analise en sinteses van die data wat met behulp van instrumente en ontwerpbeginsels versamel is, verslag gedoen. Die ondersoek en interpretasie ten einde 'n waarde-oordeel oor die **geldigheid** van ontwerpbeginsels asook die **bruikbaarheid** van die prototipe-materiaal uit te spreek word ook hier bespreek. In die laaste hoofstuk (hoofstuk 5) word sekere aanbevelings gemaak.

3.5 Navorsingsmetodologie vir hierdie studie

In hierdie afdeling word die keuses wat gemaak was om data te versamel, die navorsingskomitee, skryfspan, vakkundiges en praktisyns bespreek. Versamelde data word daarna aan die hand van kriteria, metodes en aktiwiteite in die volgende hoofstuk geëvalueer. Waardeoordele sal in die laaste hoofstuk saamgevat word om aanbevelings vir gehalteverbetering te maak. Hierdie uitsprake en aanbevelings sal daarop gerig wees om die twee navorsingsvrae van hierdie studie te beantwoord, naamlik vrae rakende die geldigheid van die ontwerpbeginsels en bruikbaarheid van die prototipe-materiaal. In paragraaf 3.4.3 hierbo is 'n eiesoortige ontwerp vir hierdie studie aangedui. Dit is veral gehalteverbetering deur formatiewe evaluering wat 'n navorser dwing om die eiesoortigheid van sy/haar studie in gedagte te hou.

3.5.1 Metodes vir kwaliteitsverbetering deur formatiewe assessering

Hierdie studie was gemoeid met evalueringsnavorsing wat Kelly et al. (2008:76) as 'n bepaling van die effektiwiteit van die materiaal (in hierdie geval Wiskundemateriaal) beskryf. Bepaling van effektiwiteit verwys na die uitspraak van 'n waarde-oordeel daaroor, ook bekend as "evaluering". Formatief verwys na 'n proses van deurlopende versameling van data om ná beoordeling daarvan, die gehalte van die produk te verbeter (Plomp en Nieveen, 2007:92). Die belangrikste navorsingsaktiwiteit van hierdie studie was om deur formatiewe evaluering die gehalte van die prototipe-materiaal te verbeter. Gehalteverbetering begin deur 'n waarde-oordeel oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels en die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal uit te spreek. Die kriteria geldigheid en bruikbaarheid word voorts afsonderlik bespreek.

3.5.1.1 Geldigheid

Die navorsingsvraag met betrekking tot die **geldigheid** van ontwerpbeginsels kom vervolgens aan bod, en die begrip **geldigheid** word verklaar, evalueringsmetodes en gepaardgaande aktiwiteite word omskryf en daar word na die drie kategorieë wat gehalte bepaal, verwys.

– Navorsingsvraag 1

Die eerste vraag wou bepaal of die ontwerpbeginsels van leer materiaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas wat tydens die voorondersoek en prototipe-fase saamgestel is, **geldig** is.

– Konseptuele begrip

Geldigheid word volgens Brown (1996:231) normaalweg gedefinieer as "... the degree to which a test measures what it claims, or purports, to be measuring" en wanneer dit na navorsing verwys, as "... whether a study is able to scientifically answer the questions it is intended to answer" (Brown, 1996:231). Die kriteria van geldigheid word as suksesvol beskou as dit die jongste aanvaarbare kennis insluit. Dit impliseer dat die materiaal gedeeltelik gebaseer is op onlangse wetenskaplike bevindinge en op die kennis en ervaring van kundiges op die gebied. Howie (1 SLO, 2013) verwag ook dat daar 'n behoefte aan so 'n intervensie moet wees indien die intervensie as geldig beskou moet word.

Hier word verwys na die rol van beide multigraadonderrig asook Wiskunde. Die struktuur van die wiskundemateriaal moes logies uiteengesit word en aanpas by die eise wat multigraadonderrig stel. Dit moet ook in ooreenstemming wees met die vereistes van die Departement van Onderwys.

– Evalueringsmetodes en gepaardgaande aktiwiteite

Tabel 3.4 bied 'n voorstelling van die proses van formatiewe evaluering, spesifiek vir die kriteria van geldigheid. Daarna volg 'n geskrewe weergawe van evalueringsmetodes en gepaardgaande aktiwiteite vir dataversameling.

Tabel 3.4 Diagrammatiese voorstelling van die proses van formatiewe evaluering, spesifiek vir geldigheid

Krite- rium	Evaluerings- metode	Aktiwiteite	Verduideliking van metode
Geldigheid	Sifting	Gebruik van kontrolelys Waarneming deur navorser	Verduideliking vind plaas wanneer lede van die projekkomitee, navorsingskomitee, skrywers en vakkundiges (sien tabel 4.3) deur die ontwerpbeginsels van 'n prototipe werk en dit vergelyk met die beginsels wat deur middel van die teoretiese navorsing vasgestel is. Aangesien geldigheid hier ter sprake is, was daar op die vakinhoud, die beginsels en die ontwerp gefokus.
Geldigheid	Waarde- bepaling deur kundiges	Fokusgroep- onderhoud- voering	'n Groep kundiges spreek 'n waarde-oordeel uit oor die ontwerpbeginsels en eerste prototipe-wiskundemateriaal om die geldigheid te bepaal. Weereens val die fokus op die vakinhoud, die beginsels en die ontwerp.

Sifting: Lede van die ontwerpspan kontroleer die ontwerp aan die hand van 'n kontrolelys of belangrike eienskappe van gedeeltes van die intervensie.

Gepaardgaande aktiwiteite: Die aktiwiteite behels die waarneem van gebeure en aantekeninge wat tydens die intervensie gemaak word. 'n Kontrolelys om 'n bepaalde intervensie met 'n lys verwagte eienskappe vir die intervensie te vergelyk, word gebruik.

Formatiewe assessering: Die keuse van die projekkomitee, navorsingskomitee en skryfspan (sien 3.5.3) is belangrik om te verseker dat die vakinhoud en tydbesteding aan Wiskunde (Intermediêre Fase, grade 4–6) geldig is. Dit is ook belangrik dat die materiaal logiese uiteengesit is en dat die beginsels van multigraadonderrig in die materiaal verweef is.

Deurblaai – 'n Lid van die ontwerpnavorsingspan werk saam met een of meer verteenwoordigers van die teikengroep deur 'n prototipe van die intervensie.

Waardebepaling deur 'n kundige – 'n Groep kundiges (bv. vakkundiges, kurrikulum-ontwikkelaars en onderwysers) reageer op 'n prototipe van die intervensie. Gepaardgaande aktiwiteite wat met die waardebepaling verband hou, is onderhoudvoering en die gebruik van 'n kontrolelys.

Waarneming: Die navorser neem die bogenoemde aktiwiteite waar en maak aantekeninge.

Gebruik van kontrolelys: Die navorser en lede van die skryfspan vergelyk 'n bepaalde intervensie met 'n lys van verwagte eienskappe vir die intervensie.

Onderhoudvoering: Die navorser stel vrae aan respondente tydens 'n gesprek om sodoende inligting oor die intervensie te verkry.

Formatiewe assessering – Die rasionaal, die beginsels van die materiaal en die tydindeling van die vakinhoud per jaar en per dag kom onder die loep. So ook word 'n model vir die uiteensetting van die materiaal asook 'n praktiese voorbeeld van 'n leermoment aan die kundiges voorgehou vir evaluering.

– **Inhoud ter sprake**

Onderstaande is die inhoud waarvoor data versamel moes word vir formatiewe assessering.

- keuse van komitees en skryfspanne (dataversameling deur waarneming en sifting);
- vakinhoud en tydsindeling (dataversameling deur sifting en deurblaai);
- ontwerpbeginsele en raamwerk van Wiskundemateriaal vir multigraadonderrig (dataversameling deur 'n kontrolelys); en
- of die ontwerp van materiaal logies en wetenskaplik is (dataversameling deur waarneming, sifting en deurblaai).

– **Bepaling van geldigheid**

As geldigheid bepaal moet word, word daar na inhoud, beginsels en ontwerp gekyk (Thijs en van den Akker, 2009:39). Nie een van die drie kategorieë se gehalte kan met 'n eenvoudige meetinstrument gemeet word nie omdat uiteindelijke sukses oor 'n lang termyn die werklike gehalte gaan bepaal (Brown, 1996:232). Die geldigheid van die ontwerpbeginsele of uitsprake wat gemaak word, is aan die hand van onderstaande kategorieë en die gepaardgaande vrae bepaal.

Inhoud en tyd: Is die wiskunde **vakinhoud** op 'n wetenskaplike basis gegrond?

Beginsele: Word die **beginsele** van multigraad- en Wiskunde-onderrig teoreties ondersteun?

Ontwerp: Is die **ontwerp** van die prototipe logies uiteengesit?

Inhoudelike geldigheid verwys na inhoud en tyd: Is die Wiskunde-vakinhoud wetenskaplik gefundeerd?

– Pedagogiek

Pedagogiek verwys na die onderrig- en leerproses. Wanneer leerders iets nie verstaan nie, was die pedagogiek onsuksesvol. In hoofstuk twee (2.5) word ontwerpbeginsels uitgestippel wat die belangrikste beginsels vir beide Wiskunde- en multigraadonderrig aandui.

Die vertrekpunt van multigraadonderrig is byvoorbeeld leerdergesentreerd. Die leerdergesentreerde werkwyse is een waar elke leerder geleer moet word om verantwoordelikheid vir sy/haar eie leer te aanvaar en ook ander te help. Selfgerigte en samewerkende leer skep 'n sosiale opset waar leer effektief geskied. Die onderwyser word 'n fasiliteerder. In die geval van Wiskunde-onderrig word na leerdergesentreerde leer, aktiewe, deelnemende en koöperatiewe leer, bespreking en interaksie, evaluering op 'n deurlopende grondslag en versekering van gereelde terugvoer aan leerders en die ontwikkeling van kommunikasievaardighede verwys. Effektiewe gebruik van tyd vir beide onderwyser en leerder word moontlik gemaak.

– Ontwerp en geldigheid

Wanneer 'n ontwerp logies uiteengesit is, beteken dit dat daar gevolgtrekkings vanuit 'n teoretiese agtergrond gemaak word en dat die ontwerp dié gevolgtrekkings reflekteer (Drew en Rosenthal, 2003:610).

Die vraag wat die studie vra, is of die beginsels van multigraad- en Wiskunde-onderrig teoreties ondersteun word en of die ontwerp van die prototipe logies uiteengesit is?

Diagram 3.4 bied 'n oorsig oor bronne, inhoud, evalueringmetodes en gepaardgaande aktiwiteite asook gehalte-kriteria vir waarde-oordeel.

3.5.1.2 Bruikbaarheid

Die navorsingsvraag met betrekking tot die **bruikbaarheid** van ontwerpbeginsels kom vervolgens aan bod, en die begrip **bruikbaarheid** word verklaar, evalueringmetodes en gepaardgaande aktiwiteite word omskryf, die inhoudelike van die materiaal word geïdentifiseer en daar word na die drie kategorieë wat gehalte bepaal, verwys.

Navorsingsvraag 2 – Bruikbaarheid

In hierdie geval was die vraag of onderwysers die prototipe-leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas **bruikbaar** vind.

– **Konseptuele begrip**

Bruikbaarheid verwys na die mate waartoe gebruikers (onderwysers en amptenare) en ander kundiges die produk sien as uitnodigend en bruikbaar. in of onder normale omstandighede (Van den Akker, 1999). Dit beteken dat die prototipe-materiaal moet voldoen aan die behoeftes en wense van onderwysers in die intermediêre fase van multigraadonderrig. Die prototipe-materiaal moet deur kundiges beskou word as toepaslike en bruikbare leermateriaal. Nieveen (1997) sê dat bruikbaarheid voorkom wanneer daar balans tussen die voorgenome en operasionele kurrikulum is. Die produk behoort bruikbaar te wees vir die omgewing of situasie (Wiskunde-onderrig in multigraadskole) waarvoor dit ontwerp is. In plaas daarvan om 'n definisie vir die verwagte bruikbaarheid te gee, verduidelik Thijs en Van den Akker (2009:39) die term aan die hand van 'n vraag, naamlik “can it be implemented as intended?”

Nieveen (1997) sê bruikbaarheid behels dat die eindgebruiker (bv. onderwysers en amptenare of leerders) moet oorweeg of die produk bruikbaar is en of dit vir die eindgebruiker maklik is om die materiaal op 'n manier te gebruik wat versoenbaar is met die skrywer se voorneme. **Bruikbaar** verwys in hierdie verband dus na ontwerpeienskappe wat vir beide leerders en onderwysers haalbaar en bruikbaar is (Doyle en Ponder, 1977). Plomp en Nieveen (2007:94) maak 'n onderskeid tussen die bruikbaarheid en die verwagte bruikbaarheid van 'n intervensie. Slegs as 'n teikengroep die geleentheid het om die prototipemateriaal oor 'n vasgestelde tydperk te gebruik, kan data ingesamel word om sodoende te bepaal of die intervensie werklik bruikbaar is vir die omstandighede waarvoor dit ontwerp en ontwikkel is. Aangesien die studie 'n meestersverhandeling is (sien 5.2) en daarom nie 'n volledige ontwerpnavorsingsiklus (sien figuur 3.1) voltooi nie, is daar slegs 'n verwagting dat die wiskundemateriaal (soos in hierdie studie), bruikbaar vir die omstandighede gaan wees waarvoor dit ontwerp en ontwikkel is

– **Komponente van bruikbaarheid**

Bruikbaarheid word in drie komponente, naamlik bevorderlikheid, versoenbaarheid en koste verdeel (Doyle en Ponder, 1977:3).

Bevorderlikheid: Die navorser het gevra of die prototipemateriaal bevorderlik is vir die doel waarvoor dit gebruik gaan word, naamlik vir wiskundeonderig in die intermediêre fase van 'n multigraadskool.

Versoenbaarheid: Die navorser wou die vraag beantwoord of die prototipe-materiaal versoenbaar sou wees met die multigraadomstandighede waarbinne dit gebruik gaan word.

Koste: Hier gaan dit nie net om finansies nie, maar ook wat dit van die onderwysers gaan verg ten opsigte van tyd, aanpassings en verandering.

– **Evalueringsmetodes en gepaardgaande aktiwiteite**

Die evalueringsmetode wat gebruik was om bruikbaarheid te bepaal, was die waardebeplanning deur praktisyns (onderwysers en owerhede van die departement van onderwys). Die aktiwiteite wat hiermee gepaard gaan, is eerstens 'n vraelys en tweedens 'n semi-gestruktureerde onderhoud met elke praktisyn.

Ná 'n deeglike aanvangsanalise tydens die literatuuroorsig (2.5), is sekere beginsels, ook bekend as ontwerpbeginne, vir beide Wiskunde en multigraadonderrig saamgestel. Hierdie data is analiseer en vrae is onder die onderstaande afdelings geformuleer as inhoud vir die vraelys ten einde dit vir die praktisyns moontlik te maak om die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal te bepaal:

- Praktisyn se filosofie en denke oor die onderwys
- Praktisyn se filosofie en denke oor multigraadonderrig en Wiskunde
- Die verwagte bruikbaarheid van die wiskundemateriaal
- Verstaanbaarheid van materiaal
- Versoenbaarheid van die materiaal met multigraadonderrig

Daar is verwag dat die praktisyn, nadat hy/sy die vraelys voltooi het, 'n duidelike mening oor die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal sou hê. Tydens die onderhoud is beide die kennis en pedagogiese beginsels van multigraadonderrig asook Wiskunde gebruik om te bepaal of die materiaal bevorderlik vir leerderprestasie en gehalteverbetering sal wees? Met die vraelys as vertrekpunt het die navorser dus die praktisyn tydens die onderhoud gelei om die onderstaande drie vrae te beantwoord:

- Is die wiskundemateriaal bevorderlik ('n aanwinst) vir Wiskunde-prestasie en sal dit die praktisyn se taak as multigraadonderwyser vergemaklik?
- Is die materiaal versoenbaar met multigraadonderrig?
- Wat gaan die koste wees? Met ander woorde, wat gaan die implementering van die materiaal van die betrokkenes vereis? Gaan dit vir die praktisyns makliker of moeiliker wees om te gebruik as die materiaal wat hulle tans gebruik?

Die inhoud en die pedagogiek van wiskunde- en multigraadonderrig is deurgans getoets aan bogenoemde drie vrae. Die evalueringsmetode en aktiwiteite om die bruikbaarheid van die wiskundemateriaal te bepaal, word in tabel 3.5 aangedui.

Tabel 3.5: Aanduiding van evalueringsmetode en aktiwiteite om bruikbaarheid te bepaal

Kriteria	Evalueringsmetode	Aktiwiteite	Verduideliking van metode
Bruikbaarheid	Deurblaai	Inligtingstuk met kontrolelyns Vraelys Onderhoudvoering Video-opname aanteken van data	Die navorser en die praktisyns werk 'n inligtingstuk en 'n gedeelte van die prototipe wiskundemateriaal met die hulp van 'n kontrolelyns deur. Die praktisyn voltooi 'n vraelys waarop 'n onderhoud met die navorser volg. 'n Video-opname word van die onderhoud gemaak sodat die navorser die inligting agterna kan ontleed, selekteer en aanteken.

– **Metodes van dataversameling om die bruikbaarheid te bepaal**

Tydens die huidige studie is die verwagte bruikbaarheid bepaal deurdat die multigraadonderwysers en kenners op die gebied van multigraadonderrig en/of Wiskunde 'n vraelys moes invul wat opgevolg is deur individuele onderhoude. Die multigraadonderwysers en kenners word in die studie na verwys as praktisyns. Die praktisyns het vooraf 'n inligtingstuk ontvang en gedeeltes van die materiaal om te bestudeer. Voor die invul van die vraelyste en die voer van die onderhoude het die navorser eers 'n inligtingsessie met elke praktisyn afsonderlik gereël om enige onsekerhede uit die weg te ruim. Die inhoud van die inligtingsessie het bestaan uit 'n bespreking van die inligtingstuk en materiaal wat vooraf aan die praktisyn gestuur is. Dit is gedoen om te verseker dat die praktisyn goed ingelig was ten einde 'n ingeligte uitspraak te maak oor die verwagte bruikbaarheid van die prototipe-materiaal.

– **Vraelys**

Hoewel vraelyste gewoonlik by kwantitatiewe navorsing gebruik word om iets te ondersoek deur groot hoeveelhede data te bekom (De Vos et al., 2009:143), is vraelyste (sien Bylaag D) in dié studie om ander redes gebruik. Eerstens het gerigte vraelyste van geslote vraagstelling gebruik gemaak om die navorser en die praktisyns nie van die doel van die studie te laat af wyk nie. Tweedens het oop vrae die praktisyns gehelp om hulle gedagtes te orden voordat die onderhoude gevoer word. Praktisyns het die geleentheid om hulle eie sieninge en menings neer te skryf, gekry.

– **Onderhoudsvoering**

Volgens Cohen, Manion en Morrison (2006:267) is die gebruik van onderhoude tydens kwalitatiewe navorsing 'n wegbeweeg daarvan dat mense slegs gebruikskartikels is van wie data

bekom moet word. Die interaksie tussen verskillende sieninge en kennis kan deur middel van gesprekvoering 'n positiewe bydrae tot enige studie lewer. Gesprekvoering bring navorsing tot in die daaglikse lewe van mense. Creswell (2009:230) definieer die protokol van onderhoudvoering soos volg: "It is a form used by a qualitative researcher for recording and writing down information obtained during an interview."

Volgens Henning (2009:52) is die hoofdoel van individuele onderhoudvoering om dit wat die individu oor 'n sekere onderwerp voel, dink en sê, onder die navorser se aandag te bring.

Dit is die navorser se verantwoordelikheid om die gesprekke so noukeurig moontlik te volg sodat die kennis en menings van die respondent verstaan en aangeteken kan word. Onderhoudvoering is 'n doelgerigte gesprek wat vooraf beplan moet word. Tog moet die navorser gedurig daarteen waak om nie vrae te vra wat die praktisyn in 'n rigting stuur of blootstel nie. Henning (2009:53) stel dit so: "... guidance without interference".

Cohen et al. (2006:268) identifiseer 'n groot verskeidenheid redes waarom 'n navorser onderhoudvoering sou wou gebruik. Die redes wat vir hierdie studie van belang was, is die onderstaande:

- om 'n hipotese te toets of te ontwikkel (in dié geval was dit die prototipe-materiaal wat reeds ontwikkel is, wat getoets moes word);
- om inligting in te samel; en
- om respondente se opinies te kry (in dié geval het die navorser in die multigraadonderwysers en -kundiges se kennis, ondervinding en waarde-oordeel belang gestel).

Dit is belangrik dat die navorser gemaklik en ontspanne voorkom tydens die onderhoud. As die navorser gedurig aantekeninge moet maak, kan dit die respondent ontsenu. Die navorser maak dus gebruik van 'n video- of bandopname vir latere ontleding. Sewe respondente is gekies as gevolg van hulle ondervinding in multigraadonderrig, die afstand van hulle werkplek en hulle kennis van Wiskunde en/of multigraadonderrig.

Die vraelys het uit 34 items bestaan wat in 6 afdelings onderverdeel was

Afdeling 1: Agtergrondinligting

Afdeling 2: Onderwyser se algemene denke oor onderrig

Afdeling 3: Onderwyser se gedagtes oor Wiskunde en multigraadonderrig

Afdeling 4: Onderwyser se gedagtes oor rasionaal en formaat van materiaal

Afdeling 5: Praktiese bruikbaarheid van die materiaal

Afdeling 6: Probleme en aanbevelings

Ná die invul van die vraelys is 'n individuele onderhoud met die respondente gevoer. Die vrae en kommentaar is onder die onderstaande afdelings ingedeel:

Afdeling 1: Ontwerp van die materiaal

Afdeling 2: Selfgerigte leer/werk onafhanklik

Afdeling 3: Groepwerk/werk interafhanklik

Afdeling 4: Beplanning en tyd van die onderwyser in die klas

Afdeling 5: Assessering

Afdeling 6: Positiewe aspekte

Afdeling 7: Negatiewe aspekte

Afdeling 8: Aanbevelings

– **Gehalteversekering deur formatiewe evaluering**

Aangesien daar so 'n verskeidenheid elemente by 'n proses van gehalteversekering deur formatiewe evaluering is, kan dit lesers verwar. Hierby word dan nog die eiesoortige navorsingsontwerp asook metodes en aktiwiteite wat die navorser in geskrewe vorm moet kommunikeer, gevoeg. Daarom word 'n diagrammatiese voorstelling hieronder aangebied (tabel 3.6). Alhoewel dit 'n geheelbeeld tot gevolg het, kan dit ook insigte oppervlakkig hanteer. Die meeste van die begrippe is reeds voorheen in hierdie studie behandel. Soos in die tabel aangedui, sal die twee navorsingsvrae wat hierdie studie gerig het, as vertrekpunt dien. Die eerste vraag verwys na die geldigheid van die ontwerpbeginsels terwyl die tweede een na die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal verwys. Daarna word die kriteria en subkriteria aangedui waarna ontwerpbeginsels soos in hoofstuk twee (sien 2.5) geformuleer, daarop volg. In die laaste kolom word die evalueringmetodes, aktiwiteite en inhoude aangedui aan die hand waarvan die navorsingsvraag vir geldigheid en bruikbaarheid beantwoord moet word.

Tabel 3.6: Oorsig van bronne, inhoud, evalueringsmetodes en gepaardgaande aktiwiteite asook kwaliteitskriteria

Navorsingsvraag	Is die ontwerpbeginsels van leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas, wat tydens die vooronderzoek en prototipe-fase saamgestel is, geldig?			Vind die onderwysers die prototipeleermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas bruikbaar?		
Kriteria en subkriteria	Geldigheid Inhoud en tyd Pedagogiek Ontwerp: logiese uiteensetting			Bruikbaarheid Bevorderlikheid Versoenbaarheid Koste		
Ontwerpbegin-sels	Geldigheid van materiaal Filosofie en denke oor onderwys Siening van MGO en Wiskunde			Bruikbaarheid van materiaal Verstaanbaarheid van materiaal Versoenbaarheid van materiaal met MGO		
Formatiwe evaluering	Evalue-ring-metodes	Aktiwi-teite	Inhoud	Evalue-ring-metodes	Aktiwi-teite	Inhoud
	Sifting	Gebruik van kontrole-lys; Fokus-groep-onderhoud; Waarneming	Komitees skrywer-span Wiskunde vakinhoud multigraad-onder-rig inhoud Tyd Pedagogiek Ontwerp	Waarde-bepaling deur praktisyns (die onderwysers en beamptes van die onderwys-departement)	Materiaal en vraelys	Agtergrond filosofie: onderrig en leer; onderwys materiaal: rasionaal en formaat; praktiese bruikbaarheid: probleme en aanbevelings
	Waarde-bepaling deur kundiges	Deur-blaai; Fokus-groep-onderhoud; kontrole-lys	Rasionaal en beginsels Tydindeling Raamwerk Praktiese Materiaal		Onderhoudvoering;	Wiskunde intermediêre fase multigraad-onder-rig

3.5.2 Betrokkes, prosedure van dataversameling, -analise en interpretasie

Die persone, die prosedure van dataversameling vir hierdie studie, en hoe die data geanaliseer en geïnterpreteer was, kom onder die loep.

– **Die keuse van betrokkenes (sien ook tabel 4.3)**

Die projekkomitee het uit die projekteier (direkteur van SMGO), vier onderswysers (een grondslagfase, twee intermediêre fase en een multigraad), 'n Nederlandse kurrikulumontwikkelaar en 'n skrywer (ook uitgewer) van laerskool handboeke in Nederland, bestaan. Die projekkomitee het die skrywers en die navorsers gewerf en daar word in hierdie studie na hulle as spanlede (S) verwys. In daardie stadium het die navorser van hierdie studie by die projek betrokke geraak. Twee voltydse skrywers is deur die SMGO aangestel om die prototipe wiskundemateriaal te skryf. Die projekkomitee met die spanlede het tweeweekliks vergader ter ondersteuning van die skrywers.

Die vakkundiges moes deur middel van 'n kontrolelys en 'n fokusgroeponderhoud 'n waardeoordeel oor die raamwerk, ontwerpbeginsels en die eerste prototipe-materiaal uitspreek. Ses vakkundiges (VK) is gekies vanweë hul opleiding, ondervinding en belangstelling in Wiskunde en/of multigraadonderrig. Twee vakkundiges was werksaam by die Wes-Kaap onderwysdepartement onderskeidelik vir Wiskunde en assessering in onder andere multigraadskole. Een vakkundige was 'n skoolhoof van 'n multigraadskool, een 'n Suid-Afrikaanse skrywer van wiskundehandboeke, een navorser (leermateriaal vir multigraadonderrig), een 'n Wiskunde onderwyser by 'n laerskool en die projekteier wat 'n kurrikulumontwikkelaar en multigraadkundige is.

Die praktisyns (P) moes deur middel van 'n vraelys en onderhoudvoering 'n oordeel uitspreek oor die bruikbaarheid van die materiaal. Sewe respondente is gekies as gevolg van hulle opleiding, kennis, ondervinding en beroepe. Vier van hulle is multigraadonderwysers en drie WKOD amptenare waarvan een Wiskunde en die ander twee multigraadskole adviseur (sien tabel 4.3 vir hul kwalifikasies).

– **Dataversameling**

In die geval van hierdie studie was die doel van dataversameling om inligting te versamel sodat die navorsingsvrae beantwoord kon word. Dataversameling is 'n deeglik beplande proses waardeur relevante feite versamel word. Dit is nodig om te weet watter soort inligting benodig word, in watter formaat die inligting moet wees en van wie en hoe die data versamel kan word. Die ontwikkeling van enige opvoedkundige program hang van goed uitgevoerde navorsing af (Henning, 2009:103). Dit vereis voldoende betroubare en geldige feite. Sodanige feite word normaalweg bekom deur 'n stelselmatige prosedure wat verskeie instrumente insluit. Elke navorsingsinstrument is toepaslik vir 'n gegewe situasie en 'n spesifieke doel.

Dit is belangrik om in gedagte te hou dat daar 'n plan moet wees en dat vrae gestel moet word om te weet watter inligting om te soek, waar om dit te kry en hoe om die navorsingsdata wat gesoek word, te evalueer. Empiriese data word benodig om insigte te bekom oor die gehalte van byvoorbeeld 'n intervensie of produk. Deurlopende versameling van data om die produk voortdurend te verbeter, ook bekend as formatiewe evaluering (soos bespreek in 5.2), is 'n belangrike element van ontwerpnavorsing. Hierdie studie het van 'n verskeidenheid navorsingsinstrumente gebruik gemaak om data te versamel, soos hieronder in meer detail bespreek word.

– **Data-analise (interpretering)**

Data wat versamel is, moet deeglik ontleed word om die ingeboude moontlikhede daarin te ontsluit. Die goeie eienskappe van kwalitatiewe data, soos in hierdie studie gebruik, is geleë in opsommende, verstaanbare en ondersoekende eienskappe (Miles en Huberman, 1994). So 'n data-analise kan egter ook problematies wees as dit oorhaastig gedoen word, of nie die volle aandag van die navorser kry nie. 'n Gebrek aan noukeurigheid kan foutiewe data tot gevolg hê. Die navorser kan dit teenwerk deur op gereelde basis gesprekke met kritiese kollegas te hê.

Tydens hierdie studie is data verder aan die hand van sekere prosesse en tegnieke geanaliseer. Voorbeelde van dergelike tegnieke is die neerskryf van data, opsomming, kodering en patroonkodering daarvan en die verwerking tot 'n interimdokument. Deur hierdie tegnieke verdiep die navorser se kennis en begrip. Gesprekke hieroor met die studieleier bou dit verder uit.

Creswell (2009:185) hou 'n stapsgewyse proses voor vir die analise van data.

- Stap 1: Organiseer die data en berei dit voor vir ontleding. Sorteër en rangskik data na gelang van die inligtingsbronne.
- Stap 2: Lees deur alle data en dink na oor die algemene betekenis van inligting. Kantaantekeninge kan tydens hierdie stap gemaak word.
- Stap 3: Begin met gedetailleerde analise deur middel van 'n koderingsproses. Dit is die proses van organisering van materiaal in kleiner afdelings sodat inligting verstaanbaar word (Rossman en Rallis, 1998, in Creswell, 2009:186).
- Stap 4: Kyk vervolgens na kodering van inligting oor mense, plekke en gebeure binne 'n spesifieke verband.
- Stap 5: Ontwikkel voorstelle vir beskrywing van temas.

Stap 6: 'n Finale stap is die interpretasie van data. Die essensie van die data moet vasgevang word (Lincoln en Guba, 1985, in Creswell, 2009:189). In die geval van hierdie studie, waar deur die lens van multigraadonderrig en wiskunde na leermateriaal gekyk word, kan interpretasies bereik word wat aksie-agendas vir hervorming of verandering nodig maak.

– **Verlagdoening of aanteken van data ná 'n analise**

Interpretasie van die bevindinge word aan die hand van navorsingsvrae gedoen. Daar moet aangedui word of die formulering van die vrae rigting aan die studie gegee het met die doel om waardeoordele uit te spreek en aanbevelings te doen.

Beplanning van 'n benadering vir die aanteken van data is belangrik (Creswell, 2009:181). Die beplanning behoort aan te dui watter data die navorser wil aanteken en hoe dit gedoen gaan word (Henning, 2009:103). Dit kan opsommende, beskrywende notas (beeld van deelnemers, samestelling van dialoog, beskrywing van omgewing of van spesifieke gebeure of aktiwiteite) asook reflektiewe notas (die navorser se persoonlike denke soos spekulasie, gevoelens, gedagtes, probleme en voorgevoelens (Bogdan en Biklen, 1992, in Creswell, 2009:182) wees. Data kan op 'n spesiale vorm ('n vorm wat ontwerp word om data, soos die tyd, plek en datum waar waarneming plaasgevind het) aangeteken word. Dit is altyd wys om onder alle omstandighede ook aantekeninge te maak aangesien enigiets verkeerd kan loop (soos met tegnologie wat onklaar raak) (Cohen, Manion en Morrison, 2006).

3.6 Slot

In hierdie hoofstuk is die navorsingsontwerp en -metodologie van die studie bespreek. Die navorsing was oorwegend kwalitatief van aard en daarom is daar hoofsaaklik van kwalitatiewe navorsingsmetodes gebruik gemaak. Data is deur middel van vraelyste, semi-gestruktureerde individuele onderhoude, fokusgroeponderhoude en waarneming versamel.

Die hoofdoel van die studie was om gehalte deur middel van formatiewe evaluering te verbeter. Die twee aspekte van die gehalte-kriteria waarop gefokus is, was die geldigheid van die ontwerpbeginsels en die verwagte bruikbaarheid van die prototipe Wiskundemateriaal. In die volgende hoofstuk word die data en bevindinge bespreek en aanbevelings gemaak.

HOOFSTUK 4

DATA-ANALISE EN SINTESE

4.1 Inleiding

Hoofstuk 1 bied 'n opsomming van hierdie studie. Dit stel die probleem in multigraadonderrig en dui die navorser se doel met die navorsing aan, naamlik 'n ondersoek van die probleem ten opsigte van swak Wiskunde-uitslae in skole met multigraadklasse en die gebrek aan relevante onderrigmateriaal in die intermediêre fase geskik vir landelike multigraadskole. Prototipe-materiaal vir Wiskunde is voor die aanvang van hierdie studie onder leiding van die sentrum vir multigraadonderrig ontwikkel. Die doel van hierdie studie was om die geldigheid van die ontwerpbeginsels en die verwagte bruikbaarheid van die prototipe van hierdie materiaal deur middel van formatiewe evaluering te bepaal.

In hoofstuk 2 het die navorser verslag gedoen oor 'n model vir Wiskundemateriaal vir multigraadonderrig wat aan die hand van 'n konteksanalise en literatuurstudie ontwikkel is. Ontwerpbeginsels is saamgestel om die prototipe se beginsels van geldigheid en bruikbaarheid te toets.

In hoofstuk 3 is die navorsingsontwerp, navorsingsmetode, formatiewe evaluering, evalueringsmetodes en die metodes van dataversameling en verwerking van die studie bespreek. Die hoofdoel van hoofstuk 4 is om die data wat die navorser deur middel van waarneming, vraelyste en onderhoude versamel het te sorteer, te analiseer en te interpreteer.

4.2 Ontleding en interpretering van data

Die proses van data-analise is die hartklop van navorsing en die gehalte van die studie word hier getoets (Henning, 2009:101). Cohen en al. (2006:281) waarsku dat die moontlikheid bestaan dat baie data tydens die sortering daarvan verlore kan gaan. Die uitdaging lê juis daarin om sin te maak uit die data wat bekom is. Daar ontstaan gewoonlik spanning tussen die holistiese beeld wat behou wil word in onderhoude en die spesifieke data wat verkry word (Cohen, 2006:282). Om die holistiese beeld te kon behou, was dit nodig om die oorspronklike doel wat in die navorsingsvraag opgesluit lê, voortdurend voor oë te hou. Dit is die rede waarom die opsomming wat reeds in tabel 3.7 aangedui is, in tabel 4.1 hieronder herhaal word.

Tabel 4.1: Samevatting van metodes wat gebruik word om geldigheid en bruikbaarheid te bepaal

Kriteria	Evalueringsmetode	Verduideliking van metode
Geldigheid	Sifting Kontrolelyns en waarneming	Kom voor wanneer die navorser en/of lede van die navorsingspan deur die ontwerpbeginsels van 'n prototipe-wiskundemateriaal werk en dit vergelyk met die beginsels wat deur middel van die teoretiese navorsing vasgestel is. Aangesien geldigheid hier ter sprake is, is daar op die vakinhoud, die beginsels en die ontwerp gefokus.
Geldigheid	Waardebepaling deur kundiges Onderhoudvoering Gebruik van kontrolelyns	'n Groep kundiges spreek 'n waarde oordeel oor die ontwerpbeginsels en eerste prototipe-wiskundemateriaal uit om die geldigheid te bepaal. Weereens het die klem op die vakinhoud, die beginsels en die ontwerp geval.
Bruikbaarheid	Deurblaai Hantering van vraelys Onderhoudvoering	Die navorser en van die gebruikers van die teikengroep gaan deur die prototipe-wiskundemateriaal om die verwagte bruikbaarheid te bepaal. Hier is op die bevorderlikheid, versoenbaarheid en die koste van die prototipe-materiaal gefokus.

4.3 Uitspraak oor die geldigheid van ontwerpbeginsels

Om die geldigheid van die ontwerpbeginsels te bepaal, is 'n teoretiese- en konteksanalise, waarneming, en 'n fokusgroeponderhoud gebruik.

Eerstens (in 4.3.1) word oor ontwerpbeginsels met grondige teoretiese ondersteuning verslag gedoen. Daarna word in 4.3.2 'n uiteensetting gegee oor die meting van die geldigheid van die ontwerpbeginsels wat deur die skryfspan ontwikkel is. In 4.3.3 word vakkundiges se waardeoordeel oor die ontwerpbeginsels en die eerste prototipe-materiaal opgesom. Dié data is deur middel van 'n fokusgroeponderhoud met die projekbestuurder, ses vakkundiges en skryfspan bekom (sien tabel 4.3). Tabel 4.2 bied 'n voorstelling van die proses om 'n uitspraak oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels te maak.

Tabel 4.2: Voorstelling van die proses om 'n uitspraak oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels te maak

Verantwoordelik	Inhoud	Metodes en aktiwiteite	Verduideliking	Fokus telkens op:
Projekkomitee	Ontwerpbeginsels Teoretiese samestelling van ontwerp vir Wiskundemateriaal in multigraadonderrig	Deurblaai kontrolelyns	Navorsers bepaal ontwerpbeginsels tydens voorafondersoek in hierdie teoretiese studie (hoofstuk 2)	Vakinhoud en tyd
Projekkomitee, spanlede en skryfspan	Vakinhoud Beginsels vir wiskundemateriaal & MGO Ontwerp	Sifting, deurblaai, kontrolelyns	Navorsers blaai deur agendas en voorstelle en spreek 'n waardeoordeel uit oor samestelling van komitees, skrywers en raamwerke	Beginsels/ pedagogiek
Vakkundiges se waardeoordeel	Beginsels en rasionaal van die prototipe wiskundemateriaal Tydsindeling Struktuur/model Praktiese voorbeeld	Waardebepaling deur kundiges Fokusgroeponderhoudvoering	'n Groep kundiges spreek 'n waardeoordeel oor die ontwerpbeginsels en eerste prototipe uit om die geldigheid te bepaal.	Ontwerp

4.3.1 Geldigheid van ontwerpbeginsels

Die eerste data wat geanaliseer moes word, was dié oor ontwerpbeginsels. Hierdie beginsels is in hoofstuk twee aan die hand van 'n literatuuroorsig in oënskou geneem. Om die geldigheid van die beginsels te bepaal moes daar aan sekere vereistes voldoen word. Eerstens moes daar 'n behoefte aan so 'n intervensie wees. In hoofstuk twee is aan die hand van die jongste en relevante literatuur in Suid-Afrika asook internasionaal gekyk na die behoefte aan verandering in beide multigraadonderrig asook Wiskunde in die intermedieë fase. 'n Konteksanalise en probleemanalise is vir beide multigraadonderrig (2.3.3 en 2.3.4) asook vir Wiskunde (2.4.3 en 2.4.4) gedoen. Hierdie analises het daarop gelei dat beide Wiskunde asook multigraadonderrig 'n groot probleem in Suid-Afrika, maar ook internasionaal is. Daar is deurlopend verwys na 'n groot verskeidenheid literatuur deur kundiges asook deur internasionale organisasies wat reeds dié onderwerpe bestudeer het. Na aanleiding van genoemde analises is tot die gevolgtrekking gekom dat die gehalte van multigraadonderrig asook

Wiskunde as vakgebied in grade 4 tot 6 in multigraadklasse onder die loep geneem moet word. Veral die kwessies van armoede, isolasie, afstand van die huis na die skool, gebrek aan onderwysersopleiding in multigraadonderrig asook die noodsaaklikheid van syfervaardighede met die oog op die inligtingsera moet as prioriteite in ag geneem word. Kundiges asook onlangse wetenskaplike bevindinge (Hungu et al., 2010; UNESCO, 2010.; WKOD, 2013) dui aan dat 'n intervensie in dié opsig noodsaaklik is. Die verbande tussen multigraadonderrig en Wiskunde is duidelik aangedui (sien 2.4.4.3 en 2.4.5) Beide die manier van onderrig in multigraadklasse asook van Wiskunde self stel eiesoortige eise aan die onderwyser, en daaraan moet aandag geskenk word. Konstruktivisme as leerteorie word onderskryf as 'n suksesvolle grondslag vir beide wiskundeonderrig as multigraadonderrig (sien 2.2.2). Die belangrikste goeie praktyke rakende wiskunde- en multigraadonderrig, is geïdentifiseer en as ontwerpbeginsels in paragraaf 2.4.5 (belowende oplossings) en paragraaf 2.5 (ontwerpbeginsels) aangedui.

Gehalte kan egter nie net aan die hand van 'n wetenskaplike aanvangsanalise bewys word nie. Die uiteindelige geldigheid van die ontwerpbeginsels van wiskundemateriaal in multigraadonderrig sal deur empiriese gegewens aangedui moes word en uiteindelik sal langtermynsuksesse die werklike geldigheid en gehalte bewys (Brown, 1996:232).

Die drie vrae wat gebruik is om geldigheid van die ontwerpbeginsels te meet, kan dus soos volg beantwoord word:

– **Is die ontwerpbeginsels op 'n wetenskaplike basis gegrond?**

Daar is reeds hierbo (2.2) verwys na die relevante asook die verskeidenheid literatuur wat tydens die aanvangsanalise bestudeer is om die navorsingsprobleem en moontlike oplossings aan te dui. Van die wêreld se bekendste akademici is aangehaal en voorste internasionale opvoedkundige organisasies se uitsprake is aangedui en internasionale goeie praktyke ondersoek.

– **Word die ontwerpbeginsels van multigraadonderrig en Wiskunde teoreties ondersteun?**

Ná die aanduiding van relevante bronne is daar in 2.4.5 asook 2.5 'n samevatting van die teoretiese beginsels verskaf. Hierdie beginsels is geformuleer as ontwerpbeginsels wat as inhoud gebruik is om data te versamel. Op grond hiervan is die twee navorsingsvrae beantwoord asook aanbevelings vir verdere ontwikkeling gemaak.

– **Is die ontwerpbeginsels logies uiteengesit?**

Om aan hierdie vereiste te voldoen is 'n deeglike studie van die opvoedkundige ontwerpnavorsingsbenadering gemaak om die logiese uiteensetting van die prototipe aan te dui. Die omvang van die probleem het die navorser gedwing om diagrammatiese voorstellings te maak sodat 'n geheelbeeld verkry kon word. Die ontwerpbeginsels aan die einde van hoofstuk twee (2.5) is reeds bespreek. Die ontwerpbeginsels kon net so as vroeë in die vroeëste asook onderhoude gebruik word. Wat wel 'n groot probleem was en die kriteria van geldigheid geraak het, was die massa data wat versamel was. Wiskunde asook multigraadonderrig is albei onderwerpe wat onafhanklik van mekaar bestudeer kon word. Die kompleksiteit van beide Wiskunde en multigraadonderrig binne een studie, was 'n beginsel wat baie versigtig gehanteer moes word. Die navorser was baie bewus van die kompleksiteit van hierdie probleem aangesien dit kort-kort opgeduik het.

4.3.2 Notules en besluite van die projekkomitee en skryfspan

Nadat die direkteur van die Sentrum vir Multigraadonderrig (SMGO) besluit het om die intervensie aan te pak waarvolgens Wiskundemateriaal vir die intermediêre fase van multigraadskole geskryf moes word, is 'n projekkomitee aangewys. Die navorser was vanaf die begin 'n lid van die projek- en navorsingskomitee (sien tabel 4.3) en het deurlopend tydens vergaderings notules gehou waarin deelnemers en besluite aangeteken is. Hierdie dokumentasie is vir besigtiging beskikbaar maar word as gevolg van beskikbare ruimte nie aangeheg nie. Sewe beplanningsbyeenkomste is binne 'n tydperk van twee maande gehou waar 'n verskeidenheid persone (tabel 4.3) betrokke was en besluite geneem is.

Om die geldigheid van die ontwerpbeginsels te bepaal, is 'n analise van data oor bogenoemde verloop van die beplanningsfase gemaak. Hier word verwys na optrede met betrekking tot die samestelling en beplanning van die komitee asook kundige groepe wat die intervensie (asook ontwerp van die materiaal) moes beplan. Die onderstaande vier kategorieë is as raamwerk gebruik toe die navorser die data wat tydens die verloop van die skryfproses ingesamel is, geanaliseer het:

- Keuse van die ontwikkeling- en skryfspan
- Is die Wiskunde-vakinhoud op 'n wetenskaplike basis gegrond?
- Word die beginsels van multigraad- en Wiskunde-onderrig teoreties ondersteun?
- Is die ontwerp van die materiaal in die prototipe-materiaal logies uiteengesit?

4.3.2.1 Keuse van die ontwikkeling- en skryfspan

Daar is gepoog om geldigheid te verkry deurdat die span so saamgestel sou word dat dit uit kundiges met relevante ervaring op die onderstaande gebiede sou bestaan. Daar is ook in hoofstuk 3 (3.5.2) hieroor verslag gedoen:

- projek- of intervensiebeplanning en -bestuur;
- navorsingservaring of nagraadse studie;
- beplanning en skryf van materiaal;
- multigraadonderrig; en
- aanbieding van Wiskunde in die intermediêre fase van skole met multigraadklasse.

Tabel 4.3 bied 'n diagrammatiese oorsig van hierdie betrokkenes. Die verskillende komitees/spanne, take en deelnemers word aangedui. Kundighedsrolle, ervaring asook akademiese kwalifikasies is verdere data wat met 'n besluit oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels van die prototipe-materiaal gehelp het. Eerstens is 'n komitee aangewys wat besluite moes neem oor die formaat van die materiaal asook skrywers wat die materiaal moes opstel. Hierdie besluite is deur die navorsingskomitee geïmplementeer wat ook deurlopend formatiewe evaluering uitgevoer het aan die hand waarvan besluite geneem is.

Soos uit tabel 4.3 afgelei kan word, was daar 'n komitee wat besluite geneem het met 'n navorsingskomitee vir implementering, evaluering en die neem van dringende besluite. Die bestuur van die SMGO het finale goedkeuring vir die skryf van die prototipe-materiaal gegee.

Soos hieronder in tabel 4.3 aangedui was daar persone met genoegsame plaaslike, nasionale en internasionale ervaring in projekbeplanning en bestuur. Hier word verwys na die projekteier asook die Nederlandse kurrikulumontwikkelaar (spanlid 7). Beide hierdie persone asook die ander Nederlandse uitgewer (spanlid 8) het oor navorsingservaring beskik en was ook reeds op daardie stadium nagraads gekwalifiseer. Ook die projekteier, onderwysers (spanlid 2), (spanlid 3), (spanlid 6) en veral die Nederlandse uitgewer (spanlid 8) het oor genoegsame kundigheid ten opsigte van die beplanning en skryf van materiaal beskik. Alle betrokkenes behalwe die twee buitelanders was op een of ander manier by multigraadonderrig betrokke, waarvan twee in die klaskamer. Die meeste van die komiteelede is ook by wiskunde as vakgebied betrokke, of as kundiges of as praktisyns.

Tabel 4.3: Betrokkes/deelnemers aan die navorsingsproses

Komitee	Taak	Deelnemers		
Projek-komitee	Bepannings-raamwerk	Kundighedsrol	Ervaring	Kwalifikasies
		Projekleier	MGO-kundige; kurrikulum-ontwikkelaar; navorser, laerskool-materiaal-ontwikkeling	DEd
		Spanlede: S**1	Onderwyser, MGO, Wiskunde	BEd (Hons)
		S2	Onderwyser, IKT*, Wiskunde	BA (Hons)
		S3	Onderwyser in MGO en nagraadse student in Wiskunde	BSc
		S4	WKOD-amptenaar vir Wiskunde en nagraadse student	BEd (Hons)
		S5	Skoolhoof in multigraadskool	BSc
		S6	Skrywer en uitgewer van Wiskunde-reeks	MEd
		S7	Nederlandse Kurrikulum-ontwikkelaar	MSc
		S8	Skrywer en uitgewer van Wiskunde handboeke vir laerskole in Nederland	MA
Navorsings-komitee	Kontrole en formatiewe assessering	Projekleier	MGO-kundige; kurrikulum-ontwikkelaar; navorser, laerskool-materiaal-ontwikkeling	DEd
		S1	Onderwyser, MGO, Wiskunde	BEd (Hons)

Komitee	Taak	Deelnemers		
		S4	WKOD-amptenaar vir Wiskunde en nagraadse student Wiskunde	BEd (Hons)
Skrywer-span	Skryf en uitleg van materiaal	S2	Onderwyser, IKT*, Wiskunde	BA (Hons)
		S3	Onderwyser in MGO en nagraadse student in Wiskunde	BSc
Vak-kundiges	Uitspraak oor geldigheid (kontrolelys en fokus-groep Onderhoud)	Projekleier	MGO-kundige; kurrikulum-ontwikkelaar	DEd
		VK***1	Skrywer wiskunde materiaal	DPhil
		VK2	Navorsers:Leermateriaal vir MGO	MEd
		VK3	Wiskunde (hoof)	BSc (Hons)
		VK4	Wisk, SMGO	BSc (Hons)
		VK5	Wisk, laerskool	BSc
		VK6	Wiskunde-beplanner	HOD
Praktisyns	Uitspraak oor bruikbaarheid (Vraelys en onderhoud)	P****1	Onderwyser, MGO	HOD
		P2	Onderwyser, MGO	HOD
		P3	Onderwyser, MGO	HOD
		P4	Onderwyser, MGO	HOD
		P5	WKOD amptenaar	HOD
		P6	WKOD amptenaar	BTech (Hons)
		P7	WKOD amptenaar	BSc

*Inligtings- en Kommunikasietegnologie

**S: Spanlid

***VK: Vakkundige

****P: Praktisyn

Ter afsluiting kan gesê word dat daar 'n sterk vermoede bestaan het dat die samestelling van die skryfspan geldig is.

4.3.2.2 Is die wiskunde vakinhoud op 'n wetenskaplike basis gegrond?

Die ontwikkeling- en skryfspan het besluit om die wiskunde-vakinhoude en getalgebiede vir elke graad, soos deur die KABV (R-12) voorgeskryf, (Departement van Onderwys, 2011) net so te gebruik. Met die aanvang van hierdie projek in 2010 was die Nasionale Kurrikulumverklaring (NKV) (2009) nog in gebruik. Die nuwe kurrikulum (KABV) is egter reeds vroeg in 2011 aan die ontwikkeling- en skryfspan beskikbaar gestel. Een jaar se vakinhoud vir elke graad afsonderlik is

in 72 onderrig- en leermomente verdeel (sien Bylaag E). Dit beteken 'n gemiddeld van 18 onderrigmomente per kwartaal per graad. Dié onderrigmomente vir elke graad is horisontaal langs mekaar verpak (Bylaag B). In die praktyk het dit beteken dat grade 4, 5 en 6 in dieselfde tydgleuf met dieselfde onderwerp besig sou wees. Daar is gedifferensieer deur middel van die aktiwiteite deurdat elke graad in sy eie ontwikkelingsvlak, soos deur die KABV bepaal, sou werk. Horisontale progressie van een graad na die volgende word duidelik uiteengesit. Daar is ook vir vertikale progressie in elke graad, onderwerp en les beplan. Daar is voorts besluit om van die konkrete na die abstrakte en van eenvoudige na meer uitdagende aktiwiteite te werk en getalgebiede stelselmatig groter te maak. Die verpligte ses uur onderrigtyd per week is in lesure verdeel. Tabel 4.4 gee 'n uiteensetting van die verdeling van 6 uur.

Tabel 4.4: 'n Uiteensetting van die verdeling van 6 uur per dag

TYD	Ma.	Di.	Wo.	Do.	Vr.
Hoofberekeninge (Klas)	15 min	15 min	15 min	15 min	15 min
Onderrigmoment (Klas)	10 min		10 min		
Opdragte + somme (Groep en Individueel)	35 min	35 min	35 min	35 min	35 min
Refleksie (Tuiswerk) (Klas)	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min
Toets/memorisering					20 min
Weekrefleksie/voorbereiding volgende week					25 min
Verryking/herhaling					25 min
TOTAAL (6 uur per week):	80 min	70 min	80 min	70 min	60 min

Die eerste beginsel waarop die komitee besluit het, was dat hierdie intervensie vir volkome moes voldoen aan die vereistes van die onderwysowerheid, die NDBO se dokumentasie van inhoud asook assessering. Die tydsindeling moes ook aan dié voorskrifte voldoen. Latere gesprekke met kundiges het ook hierdie belangrike besluit bevestig.

4.3.2.3 Word die beginsels van multigraad- en Wiskunde-onderrig teoreties ondersteun?

Die projekomitee en skryfspan het oor 'n model vir Wiskundemateriaal wat vir multigraadonderrig geskik is, besin. Geen verandering is aan die inhoud aangebring nie aangesien dit volgens wetgewing vasgelê was. Herverpakking van die kurrikulum om horisontale en vertikale differensiasie in 'n multigraadklas moontlik te maak, is vervolgens gedoen (Bylaag E). Die groot verskuiwing het egter in die pedagogiek (manier van onderrig en leer) plaasgevind. Die fokus het verskuif vanaf die tradisionele benadering van 'n onderwyser wat voor in die klas staan en onderrig en leerders wat passief in die banke sit en luister en dan individueel reekse somme van dieselfde onderwerp en formaat doen. Die verskuiwing was na 'n nuwe stelsel waar die

leerder leer en kommunikeer en die onderwyser fasiliteer. Dié verskuiwing is veral daarop gemik om met behulp van die ontwerp en raamwerk van die formaat van materiaal leerdergesentreerde, selfgerigte en ondersteunende leer tot gevolg te hê.

Hierdie nuwe stelsel behels 'n verandering van 'n onderwyser gesentreerde benadering na 'n materiaal- en leerdergesentreerde benadering. Die onderwyser staan met ander woorde nie die hele lesuur voor die klas en onderrig gee nie, maar lei slegs die onderwerp in. Dit is moontlik omdat die materiaal so beplan is dat al die grade met dieselfde onderwerp besig gaan wees. Leerders se voorkennis oor die onderwerp, die nuwe kennis wat bykom, verskillende metodes om probleme op te los en verskeie aktiwiteite om dit te oefen, kan in die prototipe-materiaal aangetref word (Bylaag C). Die materiaal moet die leerders help en hulle tot begripvorming lei. Leerders moet onafhanklik en interafhanklik kan werk om nuwe kennis vas te lê. Die leerders werk voorts in hulle ontwikkelingsvlakke en nie in graadvlakke nie. Die wat nog nie die uitkomst van hulle eie graad baasgeraak het nie, kan die vorige graad se werk doen.

Hierdie leermateriaal skep 'n dinamiese, aktiewe en deelnemende leeromgewing en probeer om die verskillende faktore, elemente, insette en strategieë deur navorsing geïdentifiseer, te implementeer. Deur die materiaal te gebruik, bestee die onderwyser meer tyd en individuele aandag aan leerders aangesien die gidse nie van die onderwyser verwag om onderrig en instruksies oor die voorgeskrewe werk te gee nie. Die materiaal help leerders om teen 'n vinnige tempo te leer en stel sodoende die onderwyser in staat om individuele leerders of groepe leerders met die ontwikkeling van begrip te help en om sukkelende leerders te ondersteun. Alhoewel die leergidse wat deur die skryfspan ontwerp is, die aktiwiteite in die klas rig, help dit ook die onderwyser om die klasse te beplan en in 'n multigraadopset aan te bied. Die leergids fasiliteer gevolglik leer in verskillende groepe gelyktydig.

Bogenoemde beginsels word veral deur die konstruktivistiese leerteorie ondersteun. Goeie praktyke is ook hieroor in beide Colombia (Escuela Nueva-skole) en in Indië in multigraadskole aanwesig. Tabel 4.5 bied 'n opsomming van enkele beginsels waaraan reeds in hoofstuk twee aandag gegee is en wat aandui watter voordele hierdie leermateriaal aan beide leerders en onderwysers bied.

Tabel 4.5: Voordele van die leermateriaal aan beide leerders en onderwysers

Voordele vir leerders	Voordele vir onderwysers
Ondersteun leerdergesentreerde leer	Gidse fasiliteer dag- en jaarbeplanning
Moedig aktiewe, deelnemende en ondersteunende leer aan	Fasiliteerder steeds in beheer van klas maar het meer tyd om aan swakker leerders te bestee
Verseker dat leer deur besprekings en interaksie plaasvind	Integreer inhoud en prosesse en laat pedagogiese prosesse toe wat leer tot gevolg het

Laat differensiasie in klaskamer toe	Bied 'n logiese verloop vir lesse – vaste daaglikse roetine
Fokus op selfgerigte leer – elke leerder verantwoordelik vir sy/haar eie leer	Verskaf genoegsame inligting oor die inhoudelik om onderwysers se selfvertroue te versterk
Ondersteun evaluering en assessering op 'n deurlopende grondslag en verseker gereelde terugvoer	Memo's en antwoorde verminder sloerwerk en word in die gidse verskaf

4.3.2.4 Is die ontwerp van die materiaal logies uiteengesit?

Tydens die beplanningsproses is baie aandag aan kurrikulumbeplanning gegee. Die KABV-dokument is baie duidelik oor die progressie van elke domein van Wiskunde asook die spesifieke kennis en vaardighede daarvan. Presiese tydtoewysing (die tyd wat aan elke onderafdeling van die werk toegestaan word) word ook duidelik in die dokumente aangedui (Departement van Onderwys, 2011:35). Baie tyd is daaraan bestee om die werk so logies moontlik uiteen te sit (sien Bylaag C vir voorbeelde). Instruksies is duidelik en eenvoudig sodat die leerders presies weet wat om wanneer te doen. Simbole/ikone is vir dié doel gebruik (**'n volledige beskrywing van die terminologie en ikone sowel as die ikone se betekenis word in Bylaag B verskaf**). Remediërende en verrykende aktiwiteite is ingesluit om voorsiening te maak vir die vinnige sowel as die stadige leerder wat meer oefening benodig. In die materiaal word daar na **'meer en weer'-aktiwiteite** verwys.

Baie aandag is ook aan kurrikulumverpakking gegee. Daar is besluit om volgens elke graad te werk sodat daar duidelike progressie kon wees en die skrywers seker is dat alle kennis en vaardighede van elke domein van die vak aandag kon geniet. Daar is beplan dat die onderwyser in die klas liefs in vlakke moet werk en nie in grade nie, maar vir skryfdoeleindes en vir assessering is in grade gewerk. Die leerders wat nog nie die vlak van hulle graad bereik het nie of daarmee gesukkel het, kon dan die vorige graad se werk doen. Dieselfde sou vir vinniger leerders geld – hulle kon die volgende graad se werk aanpak. Die skryfspan se ideaal was om elke graad se werk op goeie kwaliteit kaarte van verskillende kleur te druk wat die werk in vlakke eenvoudiger sou maak.

Die SMGO moet erkenning kry vir die waagmoed, ondernemingsgees en deursettingsvermoë om so 'n ingewikkelde en reusetaak aan te pak. In hierdie studie moet egter ook na beperkinge verwys word wanneer so 'n poging binne 'n beperkte tyd en aan die hand van beperkte fondse aangepak word. Beperkte fondse het aanleiding daartoe gegee dat die materiaal nie op kaarte gedruk sou kon word nie, maar in leergidse met 'n beperkte aantal bladsye per leerdergidse. Dit het veroorsaak dat baie bespaar moes word op omvang met gevolglik negatiewe implikasies vir gehalte van die gidse. Een van die grootste probleme wat beplanners geïdentifiseer het, was die groot groep stadige en leergemede leerders in hierdie skole. Daar is bevind dat hulle materiaal

heeltewel anders samegestel behoort te wees. Ontwerpe en beplanning vir 'n volgende ontwikkelingsproses wat nie tydens die eerste ronde uitgevoer kon word nie, sal in die laaste hoofstuk aanbeveel word.

4.3.2.5 Samevatting

Uit data blyk dit dat die ontwerpbeginsels wat aan die hand van 'n literatuuoroorsig saamgestel is, beantwoord aan die kompleksiteit van die twee onderwerpe Wiskunde en multigraadonderrig. Die jongste inligting en denkwyses is aangedui asook bronne van erkende skrywers oor hierdie kennisvlakke. Praktyke wat in die verlede en tans tot goeie uitslae en navorsingsresultate gelei het, is aangedui. Daar is ook beperkinge aangedui (sien 3.2.4) wat die geldigheid van sekere aspekte bevraagteken. 'n Komplekse terrein soos hierdie sal altyd vroe bied, maar die opvoedkundige ontwerpnavorsingsproses is juis vir so 'n situasie ontwerp. Aan die hand van bostaande kan aangevoer word dat die proses van samestelling van ontwerpbeginsels geldig was. In die volgende deel verskuif fokus vanaf die navorser as waarnemer na die mening van kundiges oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels.

4.3.3 Vakkundiges se waarde-oordeel

Die vakkundiges was die persone wat 'n waarde-oordeel uitgespreek oor die beginsels van die studie, die tydsbeplanning, die model, ontwerp en die praktiese voorbeelde.

4.3.3.1 Keuse van die fokusgroep

Die persone wat teenwoordig was by die fokusgroeponderhoud en groeupespreking was die projekleier, die direkteur van die SMGO, die skrywer, die navorser, een skoolhoof van 'n skool met multigraadklasse asook 'n wiskundige en vier departementele vakkundiges. Van die vakkundiges was een voorheen 'n multigraadkoördineerder, een 'n nasionale opleier van MGO-onderwysers, een 'n vakkundige vir Wiskunde vir laerskole asook 'n senior vakkundige vir Wiskunde in die streek. Die akademiese kwalifikasies van die groep was soos volg: twee lede het oor doktorsale kwalifikasies beskik, een vakkundige oor 'n meestersgraad, drie lede oor honneurskwalifikasies en die ander was gegraduateerdes. Al die vakkundiges was kundiges op die gebied van die kurrikulum asook departementele voorskrifte. Die balans tussen wiskundiges en deskundiges op die gebied van multigraadonderrig en materiaalbeplanning is ook as kriterium gebruik by die samestelling van die span. Alle spanlede was vernuwend ten opsigte van denke en op die hoogte met die jongste literatuur en menings oor die onderwerp. Op grond hiervan kan aangevoer word dat die samestelling van die span kundiges as geldig beskou kon word.

4.3.3.2 Die fokusgroeponderhoud (FGO)

Die projek is aan die hand van 'n uitdrukstuk deur die projekbestuurder aan die fokusgroep verduidelik. Die kundiges het die geleentheid gekry om deur die verloopfases en gedeeltes van die prototipe-materiaal te werk, daaroor te gesels, vrae te vra en die evalueringsvorme in te vul. Die bespreking is gelei deur die onderstaande afdelings:

- die rasionaal en beginsels van die materiaal;
- die tydsindeling van die vakinhoud per jaar en per dag;
- 'n raamwerk vir die materiaal; en
- bestudering van 'n praktiese voorbeeld.

Eerstens was daar 'n aanduiding van die algemene gevoel van die vakkundiges oor die beginsels van die rasionaal, die tydbeplanning, die raamwerk en die praktiese voorbeeld van die materiaal. Die algemene gevoel is op 'n skaal van 1 tot 5 aangedui, waar 1 *swak* beteken het en 5, *uitstekend*. 'n Opsomming van die terugvoer van elke respondente oor elkeen van die afdelings het hierop gevolg. Om verwarring te voorkom, is dié respondente telkens as vakkundige (VK) aangedui en die respondente wat die verwagte bruikbaarheid van die prototipe-materiaal (sien 4.4) bepaal het, is as praktisyns (P) aangedui.

Die navorser het die FGO bygewoon, aantekeninge gemaak, die evalueringsvorme en notule bestudeer en die data onder die onderskeie kategorieë geanaliseer en gekategoriseer.

Afdeling 1: Die beginsels

Die algemene gevoel van die vakkundiges oor die beginsels van die rasionaal word in Afdeling 1 (tabel 4.6) hier onder aangedui.

Tabel 4.6: Algemene gevoel van die vakkundiges oor die beginsels van die rasionaal (N=7)

Vakkundige	1	2	3	4	5	6	7
Respons	4	4	4	4	4	4	4

Almal het die beginsels as 'n 4 op die skaal aangedui. Hieruit kan afgelei word dat hulle op daardie stadium positief gevoel het oor die vooruitsigte van wiskundemateriaal vir multigraadonderrig.

Opsomming van terugvoer

Volgens die kommentaar deur die vakkundiges aangeteken, kon afgelei word dat al sewe beïndruk was met die ontwerpbeginsels en het hulle gevoel dat die beginsels van die rasionaal beslis positief gevolge kan hê.

Tog het die vakkundiges gevoel dat enige verandering in die onderwys 'n negatiewe konnotasie het (sien 2.5.5). Ouers en die onderwysers sal daarom goed ingelig moet word. Die vakkundiges was dit eens dat die onderwysers geken sal moet word in alles voordat verandering op hulle afgedruk word, aangesien die onderwysers se gesindheid deurslaggewend sal wees vir die sukses van die projek (Carl, 2009). Daar moet spesifiek aangedui word op watter wyses onderwysers ondersteun sal word. Die vakkundiges beveel aan dat die ontwikkelingspan selfs hulp van buite moet kry om die onderwysers op te lei, aangesien ondersteuning aan onderwysers van kardinale belang gaan wees.

Aangesien assessering 'n groot uitdaging by multigraadonderrig is, moet dit meer definitief beklemtoon word en nie net geïmpliseer word nie. Daar moet ook meer klem gelê word op die inhoud en die vaslegging van Wiskunde-begrippe.

Afdeling 2 – Tydbepanning van die vakinhoud

Die algemene gevoel van die vakkundiges oor tydbepanning word in tabel 4.7 aangedui waarop 'n opsomming volg.

Tabel 4.7: Die algemene gevoel van die vakkundiges oor tydbepanning (N=7)

Vakkundige	1	2	3	4	5	6	7
Respons	4	4	4	4	5	4	4

Slegs een van die vakkundiges het die tydbepanning as *uitstekend* beskou; die ander het dit as *baie goed* beskou. Hieruit kan afgelei word dat die algemene gevoel oor die tydbepanning van die vakinhoud goed is.

Opsomming van terugvoer

Al die vakkundiges het van die struktuur wat vir elke dag se les voorgestel word, gehou. Hulle het veral positief gevoel oor die voorstel van 'n toets elke Vrydag ten einde die week se werk en kennis te evalueer.

Almal was dit eens dat die tyd vir Wiskunde (5 uur per week) soos in die NKV uiteengesit (Departement van Basiese Onderwys, 2009) te min was. Hulle het gevoel dat die refleksietyd deurgaans na 20 minute verleng moet word. Die tydstoewysing van die nuwe kurrikulum, KABV (Departement van Basiese Onderwys, 2011:35) wat na dié vergadering vrygestel was, maak vir meer tyd voorsiening en die refleksietyd is inderdaad na 20 minute verleng is (tabel 4.3).

Aanvanklik het een van die kundiges gevoel dat die onderrigmomente in die klas te kort is. Ná 'n bespreking deur die volle groep, is konsensus bereik, naamlik dat die gedagte juis is dat die onderwyser meer vryheid moet hê en dat sy/hy net die gemeenskaplike begrip aan al die grade gelyk moet oordra. Daarna moet die leerders self, of in hulle groepe met die werk voortgaan. Die materiaal is veronderstel om die leerders op hulle eie vlak deur middel van eenvoudige verduidelikings en verskillende metodes tot begrip te lei.

Almal het aan die hand gedoen dat die onderwysers opleiding in klaskamerorganisasie moet ondergaan ten einde die tydbepanning tot sy reg te laat kom. Een persoon het gevoel dat die onderwyser te min vryheid gegun word om eie inisiatief te gebruik, maar die ander ses het nie daarmee saamgestem nie.

'n Negatiewe aspek wat tydens die FGO uitgelig is, was dat daar nêrens voorsiening gemaak vir leerders met leerprobleme nie. Hulle wou weet wanneer in die dag se tydindeling die leerders wat baie sukkel, gehelp gaan word? Ekstra tyd om hulle te help, gaan die uitdaging wees.

Afdeling 3 – Model vir materiaal

Die vakkundiges het hul algemene gevoel oor die model van die prototipe-materiaal in tabel 4.8 aangedui.

Tabel 4.8: Algemene gevoel oor die model (N=7)

Vakkundige	1	2	3	4	5	6	7
Respons	4	4	4	4	4	4	4

Oor die algemeen was die vakkundiges se gevoel oor die model baie positief en almal het dit as baie goed beoordeel.

Opsomming van terugvoer

Volgens die vakkundiges is die onderrigmomente puik uiteengesit. Die horisontale leerlyn van een graad na die ander is duidelik, korrek en goed uitgestippel.

Die vakkundiges het voorgestel dat die twee formele assesseringstake wat die departement per kwartaal voorskryf, by die wiskundemateriaal ingesluit moet word. Mylpale, wat aan die onderwyser en leerder 'n aanduiding gee van waar hulle op spesifieke tye van die jaar veronderstel is om te wees, moet aangedui word. 'n Steraktiwiteit, bestaande uit 'n som of twee, wat dadelik vir die onderwyser 'n aanduiding sal gee of die leerder weet wat aangaan of nie, kan hier nuttig wees.

Daar was by almal onsekerheid oor hoe die roeteboekie sou werk. Twee persone was nie oortuig dat so iets werklik van nut sou wees nie, terwyl een persoon gevoel het dat 'n kaartstelsel en portefeuljes onprakties is en dat die leerders in studiegidse moet werk.

Afdeling 4 – Praktiese voorbeeld

In tabel 4.9 dui die vakkundiges hulle gevoel oor die praktiese voorbeeld van die prototipe-materiaal aan.

Tabel 4.9: Algemene gevoel van die vakkundiges oor die praktiese voorbeeld (N=7)

Vakkundige	1	2	3	4	5	6	7
Respons	4	4	4	4	4	4	4

Al die vakkundiges het die praktiese voorbeelde as baie goed beskou. Hieruit kon afgelei word dat hulle oor die algemeen positief gevoel het oor die praktiese voorbeeld.

Opsomming van terugvoer

Die vakkundiges het gevoel die voorbeelde is prakties en haalbaar. Die ikone wat aangebring is, wys aan die leerders wat hulle veronderstel is om te doen en sou onafhanklike leer bevorder. Hulle het gehou van die gedagte van selfgerigte leer en het gemeen dit is beslis haalbaar, maar het gewaarsku dat leerders die sosiale vaardighede sou moes aanleer om interafhanklik te werk.

Die kundiges het gevoel dat die leerders op hulle eie vlak moet werk en nie in hulle graadgroepe nie. Aanvangsassessering kan dan by die wiskundemateriaal gevoeg word om te bepaal op watter vlak elke leerder is. Om die materiaal werklik tot sy reg te laat kom, sal leerders voorts toegelaat moet word om teen hulle eie tempo te vorder. Dit het praktiese implikasies en daarom sal die Departement van Onderwys dit eers moet goedkeur voordat dit geïmplementeer kan word.

Die vakkundiges het te kenne gegee dat dit baie geld gaan kos om die materiaal op goeie gehalte kaarte te druk en dat dit 'n baie lomp stelsel kan raak.

4.3.3.3 Analise en samevatting

Die navorser het 'n verskeidenheid navorsingsmetodes en aktiwiteite gebruik om data te versamel. Dit kan beide positiewe en negatiewe gevolge hê. Eerstens was die verskeidenheid so groot dat daar nie 'n grondige ondersoek van die onderwerpe gedoen kon word nie. Dit kon dus tot niksseggende data lei. In hierdie studie kan die verskeidenheid van die data moontlik meer positief as negatief wees, maar dit sou moontlik beter wees om van 'n verskeidenheid instrumente gebruik te maak wat wetenskaplik en vergelykbare data kon verskaf. Dit maak evaluering of waardebeoordeling soveel makliker.

Drie aktiwiteite is uitgevoer, naamlik 'n analise van die samestelling van ontwerpbeginsels, die samestelling en funksionering van die komiteestelsel asook van die menings van kundiges. Beide die literatuuroorsig (hoofstuk 2) vir identifisering van ontwerpbeginsels asook die samestelling van die komitee en besluitneming oor beginsels en ontwerp kan as 'n aanduiding van geldigheid beskou word. Die navorser was verantwoordelik vir die verskaffing van data vir beide die eerste en die tweede aktiwiteit. Dit is gedoen deur die literatuuroorsig op te stel asook verantwoordelikheid te neem vir die skryf en interpretering van notules en ander besluite. Die verantwoordelikheid van besluitneming het hierna verskuif na die respondent (in die geval die vakkundiges) om 'n oordeel te vel oor die prototipe-materiaal.

Ná afhandeling van en uitsprake oor genoemde aktiwiteite kan die bewering gemaak word dat ontwerpbeginsels geldig blyk te wees.

4.3.3.4 Kriteria vir formatiewe evaluering

Die literatuur dui drie elemente aan wat as kriteria aangewend kan word om uitsprake oor ontwerpbeginsels te maak. Dié drie elemente is inhoud, beginsels en ontwerp. Na afloop van die eerste helfte van die hoofstuk sal daar nou kortliks enkele uitsprake oor elkeen gemaak word om sodoende tot 'n slotsom te kom oor die geldigheid daarvan.

4.3.4 Formatiewe evalueringskriteria

Die geldigheid van die inhoud en die tydsindeling van die inhoud, die ontwerpbeginsels van die materiaal en die praktiese ontwerp en uitleg, kom nou onder die loep.

4.3.4.1 Inhoud en tydsindeling

Ná besinning oor die literatuuroorsig wat gedoen is om ontwerpspesifikasies daar te stel, is besluit dat dit 'n omvattende en wetenskaplike proses was wat die jongste kennis, gedagtes en praktyke ten opsigte van Wiskunde en multigraadonderrig aangedui en in beginsels geformuleer

het. Hierdie beginsels is deurgetrek na die samestelling van komitees wat verteenwoordigend was van Wiskunde en multigraadonderrig en kundiges ingesluit het om goeie besluite te kon neem. Met die FGO het dit duidelik geblyk dat die sewe vakkundiges hierdie siening gedeel het deur hulle waarde-oordeel op 'n punteskaal aan te dui (sien tabel 4.6 en 4.7). Die aanvanklike tydtoewysing van vyf uur per week is gewysig na ses uur per week (sien 3.2.2) nadat nuwe vereistes in die KABV (Departement van Basiese Onderwys, 2011:35) gestel is. Baie positiewe kommentaar wat gevolg het na die FGO oor 'n analise van die inhoud en tydsindeling, dui op aanvanklike geldigheid van die ontwerpbeginsele.

4.3.4.2 Beginsels

Dit was hier waar die grootste verskuiwing in opvatting plaasgevind het. Die tradisionele manier van onderwysergesentreerde onderrig, herhaling en inoefen van formules sonder kommunikasie, begrip en samewerking moes hersien word. Veral gesien teen die agtergrond van Wiskunde in 'n multigraadklas, veroorsaak dié tradisionele manier van onderrig groot uitdagings. Die materiaal- en leerdergesentreerde benadering is dan ook in die vorm van ontwerpbeginsele geformuleer wat die formaat van die materiaal asook groepering van leerders vernuwe (sien 3.2.3). Die jongste literatuur lê groot klem op die manier van onderrig van Wiskunde asook die ingewikkeldheid van onderrig van gekombineerde klasse (Education Policy Consortium, 2011; Mullis et al., 2011). Wiskundeonderrig in 'n multigraadklas word veral bemoeilik deurdat 'n monograadbenadering die aanvaarbare benadering in die Suid-Afrikaanse skole is (Joubert, 2010:2). Gesien in hierdie lig lyk die beginsels van die materiaal- en leerdergesentreerde benadering geldig. Vakkundiges waarsku egter oor die negatiewe wat die afgelope jare by onderwysers ten opsigte van vernuwing ontstaan het. As die praktisyns (onderwysers en owerhede van die departement van onderwys) nie deeglik in ag geneem word met die implementering van bogenoemde nuwe idees nie, kan die bruikbaarheid van die materiaal (soos in 4.4 bespreek) nadelig geraak word.

4.3.4.3 Ontwerp

Die ontwerp (uitleg) van die wiskundemateriaal was 'n uitvloeisel van ontwerpbeginsele soos geformuleer ná die literatuuroorsig. Dit was veral goeie praktyke in Colombia (Colbert de Arboleda, 2010) en Indië (Rishi Valley Education Centre, 2014) wat Wiskunde-uitslae in hulle multigraadklasse verbeter het. Dit was aan die hand van hierdie en ander praktyke wat tot die ontwerp en die uitleg van hierdie wiskundemateriaal aanleiding gegee het. Vakkundiges was beïndruk met die ontwerp van die prototipe-materiaal alhoewel hulle geen eerstehandse kennis of ervaring van die tipe ontwerp gehad het nie. Hulle het ook die groot aantal leerders met leerprobleme in multigraadklasse wat nie op die tradisionele kurrikulum of materiaal vorder nie, benadruk. Hiermee saam moet beperkinge soos byvoorbeeld onvoldoende fondse om

onderwysersgidse te skryf of ekstra ondersteuningsmateriaal te verskaf, in ag geneem word. Alhoewel dit probleme kan veroorsaak en deeglik by aanbevelings en toekomstige ontwikkelinge in gedagte gehou moet word, kan daar steeds beredeneer word dat die ontwerp geldig blyk te wees.

4.3.5 Uitspraak oor navorsingsvraag: Is die ontwerpbeginsels geldig?

Uit bogenoemde analise van 'n verskeidenheid data wat met behulp van verskillende metodes en aktiwiteite versamel is, is beide positiewe asook negatiewe afleidings gemaak. Die twee sake wat in ag geneem moet word, is dat die bepaling van geldigheid van die ontwerpbeginsels eerstens net 'n eerste siklus van ontwikkeling was en tweedens dat dit onder geweldige tyd- en finansiële beperkinge uitgevoer moes word. Die wetenskaplikheid wat opvoedkundige ontwerpnavorsing bied asook die kundiges (tabel 4.3) wat hierby betrokke was, het die navorser laat vermoed dat hierdie ontwerpbeginsels geldig is.

Daarmee is aan die hand van formatiewe evaluering 'n positiewe waarde-oordeel oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels gegee. Dit is maar net 'n voorlopige uitspraak wat ná verdere ontwikkelingsprosesse finaal getoets sal moet word. Vervolgens is dieselfde proses met die tweede navorsingsvraag van hierdie studie wat na die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal verwys het, herhaal. Tydens die versameling van data is 'n groep praktisyns/onderwysers geselekteer om individueel aan die hand van 'n vraelys asook 'n onderhoud met die navorser oor die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal te kommunikeer.

4.4 Bruikbaarheid van prototipe-materiaal

Die taak van hierdie studie was om eerstens 'n waarde-oordeel uit te spreek oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels, soos in 4.3 gerapporteer. Vervolgens is 'n formatiewe evaluering oor die tweede navorsingsvraag *Vind die onderwysers die prototipe-leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas bruikbaar?* Onderneem.

4.4.1 Dataversameling – bronne

Bruikbaarheid verwys na ontwerpeienskappe wat haalbaar en bruikbaar is vir beide leerder en onderwyser (Thijs en Van den Akker, 2009:39). Dit verwys na die mate waartoe die gebruikers (onderwysers en amptenare van die departement van onderwys) asook ander kundiges die produk onder normale omstandighede as uitnodigend en bruikbaar sien. Hierdie 'normale omstandighede' verwys na multigraadklaskamers, spesifiek vir die vak Wiskunde, in die intermediêre fase. Daar kan ook afgelei word dat dié skole in arm, landelike gebiede sal wees (Hooghoff en Joubert, 2010). Onderwysers is nie spesifiek vir multigraadonderrig opgelei nie (Berry, 2007:27) en kan ook soms self sukkel met Wiskunde soos in hoofstuk 2 aangedui (2.4.4).

In die vorige hoofstuk is verwys na evalueringsmetodes vir dataversameling. Soos in tabel 4.10 hieronder aangedui is daar 'n vraelys en 'n onderhoud vir dataversameling gebruik. Kriteria vir bepaling van bruikbaarheid was bevorderlikheid, versoenbaarheid en koste (Doyle en Ponder, 1977:3).

Tabel 4.10: Verduideliking van hoe bruikbaarheid bepaal word

Kriteria	Evaluering metode	Verduideliking van metode
Bruikbaarheid	Deurblaai Gebruik van vraelys Onderhoudvoering	Die navorser en van die gebruikers van die teikengroep werk deur die prototipe om die verwagte bruikbaarheid te bepaal. Hier word (soos verduidelik in hoofstuk 3) op bevorderlikheid, versoenbaarheid en die koste gefokus (sien 5.1.2).

Hierdie formatiewe evaluering om bruikbaarheid te bepaal, volg nie 'n sikliese benadering nie en bepaal slegs die bruikbaarheid van die materiaal. Gevolglik kan daar ook net 'n uitspraak oor die verwagte bruikbaarheid gemaak word. Die vraag wat ontstaan het was of daar 'n verwagting by die onderwysers was dat die materiaal bruikbaar gaan wees vir dit waarvoor dit ontwerp en ontwikkel is, naamlik Wiskunde in multigraadonderrig?

4.4.1.1 Ontwerpbeginsels: Studie – navorsing en literatuuroorsig

Soos hierbo aangedui, sal dit die onderwysers verantwoordelik vir Wiskunde in multigraadklasse wees wat die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal moet bepaal. Thijs en Van den Akker (2009:39) formuleer 'n vraag wat in dié opsig duidelikheid verskaf: "Can it be implemented as intended?"

Die ontwerpbeginsels word uitgespel na 'n literatuuroorsig (sien 2.5). Hierdie ontwerpbeginsels is as inhoude in die vraelyste ingebou. Die ontwerpbeginsels sal 'n aanduiding van bruikbaarheid bied. Onderstaande is enkele vrae geformuleer na aanleiding van die ontwerpbeginsels soos in hoofstuk twee bespreek is (sien 2.4 en 2.5):

- Hoe gaan onderwysers gehelp word om vernuwende denke wat tans nie in die klaskamer toegepas word nie, te implementeer?
- Gaan die amptenare die materiaal aanvaar?
- Voldoen die materiaal aan KABV-vereistes?
- Kan onderwysers die klaskamer en groepering van leerders so verander dat dit aanpas by die pedagogiek van hierdie materiaal?
- Sal onderwysers vanaf 'n onderrigrol na 'n fasiliteringsrol kan verskuif?

- Sal die materiaal geïmplementeer word soos dit beplan is?
- Kan die materiaal leerders en onderwysers motiveer?
- Kan leerderprestasie deur die materiaal bevorder word?
- Laat die materiaal versnelling en remediëring van leerders toe?
- Verlig hierdie materiaal die onderwyser se werkklas?
- Is die voordele van die materiaal meer as die nadele?

4.4.1.2 Siening van praktisyns (onderwysers)

Soos uit die konseptuele begripsverduidelik in hoofstuk 3 (3.5.1.2) duidelik is, is dit die onderwysers wat 'n waarde-oordeel oor die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal vir Wiskunde moet uitspreek. Die eindgebruiker moet dus oorweeg of dit bruikbaar is en of dit vir hulle maklik is om die materiaal te gebruik op 'n manier wat grootliks versoenbaar is met die ontwikkelaar se voorneme.

Om inligting van praktisyns/onderwysers te kry, was dit nodig om vrae te formuleer. Die vrae is afgelei van die literatuuroorsig waaroor in hoofstuk 2 verslag gedoen is. Nadat dié data verwerk en as ontwerpbeginsels geformuleer was (2.5), was dit vervolgens in 'n vraelys (4.4.2.1) asook onderhoude ingebou om aan die hand van die reeds genoemde kriteria van bevorderlikheid, versoenbaarheid en koste te voldoen.

4.4.2 Data-analise: Metodes en aktiwiteite

Die sewe praktisyns was geïdentifiseer en versoek om 'n oordeel oor die voltooide materiaal uit te spreek.

Nadat skriftelike toestemming (Bylaag A) van die Wes-Kaapse Onderwysdepartement verkry is, is 'n inligtingstuk (Bylaag B) en vraelyste (Bylaag D) aan vier multigraadonderwysers en drie oudonderwysers gegee. Ten tye van die navorsing was een van dié oud-Wiskunde onderwysers werksaam by die Departement van Onderwys se hoofkantoor. Die ander twee (waarvan een vyftien jaar multigraadonderrig gegee het) was op daardie tydstip werksaam by die Departement van Onderwys se streekkantore. Al drie was steeds betrokke by multigraadonderrig in landelike gebiede wat aan hulle toegewys was. Verder in die bespreking word die onderwysers as praktisyns aangespreek.

4.4.2.1 Die vraelys

Die vraelys het uit 34 items bestaan en is in die volgende 6 afdelings verdeel:

Afdeling 1 – Agtergrondinligting

Afdeling 2 – Filosofie en denke oor die onderwys in die algemeen

Afdeling 3 – Onderwyser se denke oor Wiskunde- en multigraadonderrig

Afdeling 4 – Onderwyser se denke oor die rasonaal en formaat van materiaal

Afdeling 5 – Praktiese bruikbaarheid van die materiaal

Afdeling 6 – Probleme en aanbevelings: verslag van dié afdeling word nie hier onder by die vraelyste bespreek nie, maar ingevoeg by die onderhoude (sien 4.4.2.2) om herhaling te voorkom.

Afdeling 1 – Agtergrondinligting

Hierdie afdeling het verslag gedoen oor die praktisyns se ouderdomme, ondervinding (tabel 4.11), kwalifikasies (tabel 4.12), professionele skoling (tabel 4.13), ingesteldheid oor Wiskunde en hul denke oor onderwys in die algemeen.

Tabel 4.11: Ondervinding in mono- sowel as multigraadonderrig

Soort onderrig gegee	Aantal jare						
	19	15	4	0	2	6	4
Monograad	19	15	4	0	2	6	4
Multigraad	8	0	14	18	17	20	15
Praktisyn	1	2	3	4	5	6	7

Tabel 4.12: Hoogste akademiese kwalifikasie, kursusse en professionele skoling

Hoogste kwalifikasie	BSc (Hons)	BA (Hons)	BPrim	OD	MEd	BA + HOD	OD
Praktisyn	1	2	3	4	5	6	7

Tabel 4.13: Kursusse en professionele skoling in Wiskunde- en multigraadonderrig

Opleiding in Wiskunde	Van die 7 praktisyns het 6 ekstra opleiding in Wiskunde gehad
Opleiding in multigraadonderrig	Al 7 praktisyns het opleiding in multigraadonderrig ontvang. Drie van hulle het ook opleiding aan multigraadonderwysers gegee.

Al die praktisyns het ondervinding in multigraadonderrig gehad en almal buiten een respondent het ook reeds in monograadklasse onderrig gegee. Hulle ondervinding strek van 15 tot 27 jaar en almal is tussen 45 en 55 jaar oud. Al die praktisyns het akademiese opleiding ontvang en kursusse of professionele skoling in Wiskunde en/of multigraadonderrig ondergaan. Ses van

hulle dui aan dat hulle baie van Wiskunde hou en een hou nogal daarvan. Nie een van die respondente is negatief oor die onderrig van Wiskunde nie.

Afdeling 2 – Filosofie en denke oor die onderwys in die algemeen

Hier volg 'n opsomming (tabel 4:14) oor die praktisyns se gedagtes in verband met onderrig en leer.

Tabel 4.14: Denke oor onderrig en leer

	Stellings wat beoordeel moet word	Stem heelhartig saam	Stem saam	Stem glad nie saam nie
1	Die leerders is nog onvolwasse en moet geleer word om te luister na die inhoude en opdragte wat die onderwyser oordra	4	2	1
2	Alle leerders in die skool kan leer en presteer, maar op hul eie vlak, tyd en manier	4	3	0
3	Alle klasse in eintlik maar multigraadklasse aangesien leerders se vordering grootliks van mekaar verskil – selfs in dieselfde graad	3	3	1
4	Aangesien onderwysers professionele persone is behoort hulle meer vryheid gegee te word om hul eie besluite te neem ten opsigte van onderrig en leer in die klaskamer en nie so deur distriksamptenare dopgehou word nie	1	3	3
5	Die onderwyser se voorbereiding en onderrig sal vergemaklik word as die leerders se handboeke ook die onderwyser se handboek is. Dit beteken dat die verduidelikings, metodes, deurlopende assessering, ens. alles ingesluit is	4	3	0

Bogenoemde inligting word as volg geïnterpreteer:

Ses praktisyns het leerders as nog te onvolwasse beskou om werklik na opdragte te luister en dit te interpreteer. Almal het saamgestem dat enige leerder, hoe swak ook al, in staat is om te leer. Die meeste het gevoel dat dieselfde handboek vir leerders en die onderwysers die onderwysers se taak sal vergemaklik.

Hoewel elke monograadklas uit verskillende leerders met 'n verskeidenheid vaardighede en geaardhede bestaan, is dit vër verwyder van 'n werklike multigraadklas waar verskillende grade en alle vakke onderrig moet word. Ten spyte daarvan dat al sewe praktisyns multigraadopleiding en/of ondervinding van multigraadonderrig gehad het, het ses van hulle gevoel dat elke klas maar eintlik 'n multigraadklas is.

Drie van die praktisyns het gevoel dat onderwysers nie te veel vryheid gegun moet word om hulle eie besluite te neem nie en drie het gevoel hulle moet 'n mate van vryheid toegelaat word.

Die afleiding wat hieruit gemaak kan word, is dat daar nog baie onsekerheid en onkunde ten opsigte multigraadonderrig bestaan. Daar is beslis 'n gebrek aan selfvertroue en vertroue in mekaar, want die deelnemende onderwysers het verkies dat owerhede voorskriftelik moet wees en hulle moet ondersteun om seker te maak dat hulle op die regte pad is. Dit kan wees omdat multigraadonderwysers min sukses op hulle arbeid sien (sien 4.4 in hoofstuk 2).

Afdeling 3 – Filosofie en denke oor multigraadonderrig en Wiskunde-onderrig

Die praktisyns moes die onderstaande standpunte (tabel 4.15) aan die hand van die 3-punt-skaal wat gegee word, beoordeel.

Tabel 4.15: Filosofie en denke oor multigraad en Wiskunde

Stellings wat praktisyns hulleself moes afvra		Stem heelhartig saam	Stem saam	Stem glad nie saam nie
1	Indien geskikte leermateriaal in multigraadonderrig ontwikkel word, sal sommige leerders op hul eie kan aangaan. Dit wil sê selfgerigte, samewerkende leer in 'n leerder-gesentreerde klaskamer kán plaasvind	5	2	0
2	Elke graad in 'n multigraadklas moet afsonderlik gegroepeer en deur die onderwyser onderrig word	0	2	5
3	Iemand moet aan leerders die somme verduidelik, waarna die beginsels vasgelê word deur middel van aktiwiteite	3	4	0
4	Om begrip in Wiskunde te ontwikkel is dit nodig dat leerders in en oor Wiskunde kommunikeer	7	0	0

Vanuit bogenoemde tabel interpreteer die navorser dat al die praktisyns saamstem dat die regte materiaal sommige leerders sal help om op hulle eie te kan werk. Vyf van die sewe praktisyns stem glad nie saam dat 'n multigraadklas in hulle graadgroepe onderrig moet word nie. Hulle voel dus dat leerders in hulle vaardigheidsgroepe onderrig moet word, ongeag die graad waarin hulle is. Twee was onseker omdat daar op daardie stadium onsekerheid geheers het oor wat aan die einde van die fase met die leerders wat nog nie die uitkomstes bereik het wat nodig was om graad 6 te slaag nie, sou gebeur. Almal het saamgestem dat iemand die somme aan die hele klas moes verduidelik, waarna die beginsels vasgelê moes word deur middel van gedifferensieerde aktiwiteite. Almal het volkome saamgestem dat kommunikasie in en oor Wiskundige begrip by leerders bevorder.

Afdeling 4 – U denke oor die formaat en rasionaal vir die leermateriaal

Die praktisyns moes die onderstaande standpunte soos in tabel 4.16 uiteen gesit, aan die hand van die 3-punt-skaal wat gegee word, beoordeel.

Tabel 4.16: Denke oor die formaat van die materiaal

		Stem heelhartig saam	Stem saam	Stem glad nie saam nie
1	Die materiaal is so geskryf en die assessering so ingewerk dat leerders op hulle eie daaraan kan werk, presies weet wat hulle elke dag moet doen, waar hulle laas gewerk het en waarmee hulle sukkel	6	1	0
2	Groepwerk waar gesprekvoering kan plaasvind, is 'n belangrike komponent van die leermateriaal	5	2	0
3	Baie onderwysers in multigraadskole onderrig Wiskunde, maar sukkel self en het min selfvertroue in hul wiskundige vermoëns. Hierdie materiaal kan sulke onderwysers help om selfvertroue en Wiskunde-vaardighede op te bou	3	4	0
4	Die verskillende onderwerpe van Wiskunde word so rangskik dat grade 4, 5 en 6 op dieselfde tyd dieselfde werk kan doen, indien die onderwyser dit so verkies	6	1	0
5	As gevolg van afstande, isolasie en verskeie ander omstandighede is baie leerders en selfs onderwysers afwesig van die skool en groot gapings en agterstande in Wiskunde ontstaan wat nooit weer opgevang word nie. Met hierdie materiaal kan sulke probleme makliker oorkom word	3	4	0
6	Die 'weer'-, 'meer'-aktiwiteite help die stadige en vinnige leerder, maar verskaf ook ekstra tyd aan die onderwyser sodat hy/sy nie ekstra werk vir dié doel hoef te gaan soek nie.	5	2	0
7	Die ikone dui aan die leerders aan presies wat om wanneer te doen. Die herhaalde gebruik hiervan kweek by hulle 'n vaste roetine sodat hulle later al hoe meer op hul eie kan werk.	6	1	0

Al die praktisyns stem saam dat die materiaal so geskryf is dat leerders op hulle eie sal kan werk. Die opdragte is eenvoudig genoeg sodat leerders presies sal weet wat hulle moet doen. Almal is dit eens dat die herhaalde gebruik van die ikone 'n vaste roetine by leerders sal kweek om op hulle eie te kan werk.

Vyf van die sewe het volkome saamgestem dat groepwerk 'n baie belangrike komponent van die materiaal uitmaak. Twee het net saamgestem, maar almal was dit eens dat die materiaal die onderwysers wat self met Wiskunde sukkel se selfvertroue en vaardighede sal help ontwikkel.

Al die praktisyns het volkome saamgestem dat die materiaal so geskryf is dat al die grade met een onderwerp besig is, maar op verskillende vlakke. Afwesigheid van leerders en onderwysers is soms 'n probleem in verafgeleë skole met multigraadklasse, maar almal was dit eens dat dié materiaal die probleme wat as gevolg hiervan ontstaan, kan help oplos. Die 'weer'- en 'meer'-aktiwiteite sal volgens die praktisyns leerders sowel as onderwysers help. In die geval van die leerders sal dit bydra tot vaslegging of verryking, en vir die onderwysers sal dit ekstra tyd gee omdat die aktiwiteite reeds uitgewerk is. Oor die algemeen wil dit voorkom asof die formaat en die rasionaal van die materiaal positief ontvang sal word.

Afdeling 5 – Praktiese bruikbaarheid van die leermateriaal

In afdeling 5 moes die praktisyn 'n oordeel uitspreek oor drie aspekte naamlik, die verstaanbaarheid (tabel 4.17), die versoenbaarheid met multigraadonderrig (tabel 4.18) en die voordele (tabel 4.19) van die prototipe-materiaal. Tabel 4.17 vra aan die praktisyn of die materiaal verstaanbaar genoeg is sodat elke onderwyser die verandering of vernuwing wat verwag word, sal waarneem en verstaan.

Tabel 4.17: Verstaanbaarheid van die materiaal

		Beslis	Moontlik	Glad nie
1	Sal die onderwyser verstaan dat alle grade tegelyk aan dieselfde onderwerp kan werk – net op verskillende vlakke van vordering?	5	2	0
2	Is dit duidelik genoeg dat elke leerder uit sy/haar eie leerboek werk en onafhanklik kan voortgaan? Maats en onderwyser dien as ondersteuning, maar die materiaal self verduidelik die begrippe volledig.	6	1	0
3	Die inleidende gedeelte waaronder rasionaal, formaat en ikone verduidelik word, is volledig en duidelik genoeg	7	0	0
4	Die progressietabelle en roetekaart aan leerders oor wat hulle gaan doen en hoe hulle vorder en wat verder moet gebeur, is duidelik en verstaanbaar uiteengesit.	6	1	0

Vanuit bogenoemde tabel word afgelei dat al die praktisyns saamstem dat die model en die gebruik van die materiaal eenvoudig, duidelik, verstaanbaar en bruikbaar genoeg vir die onderwyser sal wees. Die progressietabelle, die inleidende gedeeltes en die rasionaal (Bylaag B) van die materiaal is duidelik en eenvoudig genoeg uiteengesit.

In tabel 4.18 probeer die navorser bepaal of die leermateriaal en die wyse van implementering inpas by die onderwyser se siening van klaskamerpraktyke en die bestaande kurrikulum. Die praktisyn moes 'n waarde-oordeel uitspreek met die afmerk van 'n toepaslike punt op die skaal.

Tabel 4.18: Versoenbaarheid van materiaal met multigraadonderrig

		Beslis	Moontlik	Glad nie
1	Dink u werklik dat dit sal werk dat leerders aan die hand van die materiaal self leer sonder dat die onderwyser eers alles aan hulle verduidelik? Sal hierdie manier van doen in die klaskamer geïmplementeer kan word?	2	3	2
2	Voldoen hierdie manier van doen aan die klaskamerpraktyke van KABV en dink u dat die amptenare dit sal aanvaar?	5	2	0
3	Dink u dat die onderwyser die klaskamer en groepering van leerders sodanig kan verander dat die leermateriaal geïmplementeer kan word?	7	0	0
4	Sal die onderwyser nog steeds goed voel oor hom/haarself met die rol van ondersteuner eerder as een wat heeldag die klas onderrig?	6	1	0

Slegs twee praktisyns het gevoel dat leerders dit beslis sal regkry om met die hulp van die leermateriaal alleen te kan voortgaan en leer, terwyl drie aangedui het dat dit moontlik kan gebeur en twee het aangedui dat dit nie moontlik is nie. In hulle kommentaar maak onderwysers kort-kort melding van leerders met ernstige lees- en Wiskunde-probleme. Dit kan die rede vir die onsekerheid wees. Vyf van die praktisyns het gemaklik gevoel met die feit dat die materiaal die nuwe kurrikulum weerspieël, terwyl twee die moontlike opsie gekies het. Almal was dit eens dat die klaskamers so georganiseer moes word dat hulle die materiaal met sukses kon implementeer. Die meeste het geglo dat onderwysers nog steeds goed sal voel oor hulle rol as ondersteuner eerder as die een wat heeldag die klas onderrig.

In tabel 4.19 moes die praktisyns aandui of hulle oordeel dat hierdie leermateriaal meer voordele as nadele vir die onderwyser in die klaskamer inhou.

Tabel 4.19: Voordele van die materiaal

		Beslis	Moontlik	Glad nie
1	Gaan hierdie leermateriaal leerders motiveer om harder te werk en beter in Wiskunde te presteer?	1	6	0
2	Gaan hierdie leermateriaal die onderwyser meer tyd bied om swakker leerders te ondersteun en vinniger leerders te versnel?	3	4	0
3	Gaan die onderwyser se werkklas verminder word met die implementering van die materiaal?	4	2	1
4	Is die voordele van hierdie leermateriaal meer as die nadele?	5	2	0

Ses praktisyn het gevoel dat die materiaal die leerders moontlik, en een dat die materiaal die leerders beslis sal motiveer om harder te werk en beter te presteer. Almal was dit eens dat die materiaal die onderwysers beslis of moontlik meer tyd in die klas sou gee. Slegs een praktisyn het gevoel dat dit nie die werkklas van die multigraadonderwyser sou verlig nie. Tog was die oorheersende gevoel dat daar beslis meer voordele aan die materiaal verbonde is as nadele.

Die laaste drie vrae op die vraelys was oop vrae sodat die praktisyns hulle eie menings kon uitspreek. Die vrae het eerstens oor die positiewe en tweedens oor die negatiewe aspekte wat hulle raakgesien het, gehandel. Derdens is gevra wat die praktisyn aanbeveel ter verbetering van die materiaal. Die doel met dié drie vrae was om die praktisyns die geleentheid te gee om hulle gedagtes te orden voordat die onderhoude plaasgevind het. Die kommentaar op dié drie vrae en afdeling 6 (4.4.2.1) se kommentaar is dus saam met die kommentaar oor die individuele onderhoude ontleed en geïnterpreteer. Alle kommentaar, positief en negatief, aanbevelings en bekommernisse van elke praktisyn is in aanmerking geneem.

4.4.2.2 Onderhoude

Ná die invul van die vraelys is 'n individuele onderhoud met die praktisyn gevoer. 'n Video-opname is van elke onderhoud gemaak en die inhoud is deur die navorser getranskribeer. Om die data sinvol te kon sorteer, is elke persoon se skriftelike en mondelinge kommentaar ontleed en aan die hand van 'n spesifieke raamwerk ontleed. Die raamwerk is bepaal deur die drie kategorieë (sien ook 3.5.1.2) van bruikbaarheid, naamlik bevorderlikheid, versoenbaarheid en koste in berekening te bring wanneer daar na die Wiskundemateriaal deur die lens van multigraadpedagogiek gekyk word.

- Bevorderlikheid: gaan die materiaal **bevorderlik** wees vir verbetering van leerderprestasie en gehalteverbetering? Bied dite materiaal iets anders as wat die huidige materiaal bied?
- Versoenbaarheid: is die materiaal **versoenbaar** met multigraadonderrig?
- Koste: wat gaan die **koste** wees? Met ander woorde, wat gaan die implementering van dié materiaal van die betrokkenes vra?

4.4.2.2.1 Bevorderlikheid ten opsigte van Wiskunde vakinhoud en pedagogiek

Vakinhoud: Die praktisyns het almal saamgestem dat die verdeling en die tydindeling van die leermomente struktuur gee aan die inhoud. Hulle het gevoel dat daar uitstekende horisontale progressie van graad 4 na graad 6 in die prototipe-materiaal voorkom. In die aktiwiteite van elke leermoment word progressie waargeneem. Daar word van die bekende na die onbekende beweeg. Almal was dit eens dat die manier waarop die inhoud uiteengesit is, die leerder sal

ondersteun om sy/haar eie kennis te konstrueer. Een negatiewe aspek wat deur vyf van die sewe praktisyns uitgelig is, was dat die getalgebiede te gou te groot is. Volgens die KABV moet graad 4-leerders aan die einde van die jaar met viersyfergetalle kan optel en aftrek, aan die einde van graad 5 met vyfsyfergetalle en aan die einde van graad 6 met sessyfergetalle. In die prototipe-materiaal begin elke graad reeds van die eerste kwartaal af met die syfergetal waarmee hulle veronderstel is om aan die einde van die jaar klaar te maak.

Vier van die praktisyns het gevoel dat daar te min vraagsoorte voorkom. Vyf het gevoel dat die werkboeke waarin die leerders gaan werk, sommige vaardighede laat verlore gaan. Leerders moet byvoorbeeld inligting op getallelyne invul, maar kry min kere die geleentheid om getallelyne self te teken.

Al die praktisyns was baie positief oor die deurlopende assessering wat deel uitmaak van die prototipe-materiaal. Wat die assessering nog meer in sy doel laat slaag, is dat die leerders hulle eie werk nasien om sodoende dadelik en self hulle foute te ontdek. Na elke afdeling is daar 'n assessering wat deur die onderwyser nagesien word, sodat die onderwyser kan sien as iemand 'n afdeling nie baasgeraak het nie.

Daar was onsekerheid of die roetekaart werklik nodig is. Vier van die praktisyns het gedink dit is onontbeerlik, een het daarvoor getwyfel en twee het gevoel dat dit heeltemal onnodig is.

Die praktisyns het almal in die onderhoud gemeld dat die materiaal daartoe sal bydra dat die onderwyser wat onseker is oor Wiskunde-aanbieding, slegs die stappe in die leerders se materiaal kan volg en dit kan baasraak.

Vyf van die praktisyns het gevoel dat daar nie voorsiening gemaak is vir leerders wat glad nie kan lees nie of ernstige leerprobleme ondervind. Die baie swak presteerder word nog steeds nie gehelp nie.

Daar was onsekerheid by almal oor wat met die leerder gebeur wat aan die einde van 'n fase nog net graad 4 of 5 se werk afgehandel het. Die onderwysstelsel maak nie daarvoor voorsiening nie.

Die volgende **aanbevelings** ten opsigte van vakinhoud word deur die praktisyn voorgestel:

'n Aparte kolom by die samevatting van die leermomente waarin die KABV-vereistes aangedui word, is deur vier van die respondente aanbeveel. As dit gedoen word, sal die amptenare en die onderwysers kan sien waar elke moment by die KABV inpas.

Daar is nie 'n tyd aan die leermomente gekoppel nie aangesien die veronderstelling was dat die leerders teen hul eie tempo vorder, maar al die praktisyns het gevoel dat die leerder en die

onderwyser 'n duidelike aanduiding moet kry van hoe vinnig hulle moet beweeg en waar hulle aan die einde van elke kwartaal veronderstel is om te wees.

Drie praktisyns het gevoel dat drilwerk en dit wat die leerder moet leer, by die materiaal ingesluit moes word.

Vier van die praktisyns het gevoel dat die twee formele assesseringstake wat die Departement van Onderwys elke kwartaal vereis, op aparte kaarte aan die onderwysers beskikbaar gestel word. Die redes hiervoor is dat die tyd om goeie formele assesseringstake met die regte aantal insig- en kennisvrae op te stel, 'n uitdaging in multigraadonderrig is. Daarom sal dit tot groot voordeel vir die onderwysers sowel as vir die leerders wees.

Twee praktisyns het gevoel dat ekstra oefeninge op aparte kaarte baie nuttig sal wees.

Pedagogiek: Al die praktisyns het saamgestem dat die manier waarop die leermomente verpak is (Bylaag E), uniek en in multigraadonderrig beslis baie bruikbaar is. Die leermomente vir graad 1 tot graad 6 word horisontaal langs mekaar verpak. Die onderwyser kan dadelik sien wat elke graad veronderstel is om ten opsigte van elke onderwerp te ken sonder om dit eers iewers te gaan naslaan. Die praktisyns was almal veral opgewonde oor die feit dat al die grade met dieselfde onderwerp besig sou wees, maar elke graad op sy eie vlak. Almal was dit eens dat dit beslis 'n groot stap vorentoe is. Die onderwyser kan die onderwerp deur middel van klasonderrig inlei en dan die vlakke deur middel van die aktiwiteite differensieer.

Al die praktisyns het saamgestem dat prototipe-materiaal 'n goeie voorbeeld is van die materiaal- en leerdergesentreerde benadering. Almal het gevoel dat die materiaal beslis daartoe sou bydra dat leerders verantwoordelikheid vir hulle eie leer begin aanvaar. Die materiaal lei die leerders stap vir stap van die bekende tot die onbekende wat hulle sal help om nuwe kennis te konstrueer. Die gebruik van die ikone was vir al die respondente 'n baie positiewe eienskap van die materiaal om die leerder te lei na onafhanklikheid. Die ikone is in die vorm van prentjies en selfs die leerder wat swak lees sal te alle tye weet wat om te doen. Die een respondent wat reeds die materiaal getoets het, het gesê dat die leerders die gebruik van die ikone baie gou bemeester het. Selfs die stadige en jonger leerders het geen probleme gehad om te weet wanneer om wat te doen nie. Een van die ander praktisyns het bygevoeg dat die ikone 'n soort kondisioneringsproses is wat uitstekend met laerskoolleerders werk.

Almal het gevoel dat, sodra die leerders die materiaal gewoond is, die onderwysers baie meer tyd tot hulle beskikking in die klas gaan hê. Almal behalwe een respondent het gevoel dat die onderwysers se werkklas gaan verminder. Redes wat aangevoer is vir die vermindering van die werkklas was dat die materiaal suksesvol vir differensiasie aangewend kan word, dat daar steeds

meer en weer aktiwiteite bygevoeg kan word, dat assessering bygevoeg is, en dat die beplanning reeds vir die onderwyser gedoen is. Die praktisyns wat gevoel het dat die werkklas nog dieselfde gaan wees, het as rede aangevoer dat onderwysers nog steeds sal moet voorberei om 'n goeie fasiliteerder te kan wees en omdat materiaal vir die ander vakke nog nie beskikbaar is nie.

4.4.2.2.2 Versoenbaarheid ten opsigte van Wiskunde vakinhoud en pedagogiek

Vakinhoud: Die inhoud soos in die nuwe KABV vereis, word nie verander nie en vorm 'n vaste basis binne die prototipe-materiaal. Vier van die praktisyns het waardering daarvoor uitgespreek dat die skrywers van die prototipe-materiaal in sommige gevalle die aantal metodes waaraan die leerders blootgestel word, verminder het na twee. Drie van die praktisyns was bekommerd daaroor omdat die Departement van Onderwys vereis dat leerders aan soveel moontlik metodes blootstelling kry.

Almal het gevoel die materiaal moet kleurvol wees. Twee respondente het voorgestel dat 'n opvallende ander kleur of 'n spesifieke karaktertjie nuwe kennis moet aandui. Hierdie karaktertjie moet ook die "dom" vrae wat leerders te bang is om te vra, vra.

Twee praktisyns het voorgestel dat dit wat die leerder moet leer, ook in 'n spesiale "kenblok" ingevoeg moet word, soos byvoorbeeld tafels, kombinasies, wat 'n onegte breuk is, ensovoorts.

Ses van die praktisyns het gehou van die boekvorm, maar drie het gevoel dat die 'weer'- en 'meer'-aktiwiteite eerder op los kaarte kan wees. Een praktisyns het al die materiaal op los kaarte verkies.

Pedagogiek: Almal was dit eens dat die grootste voordeel van die materiaal is dat dit spesifiek vir multigraadklasse ontwikkel is. Die materiaal sal 'n soort eenvormigheid in 'n klas waar ses vakke vir drie verskillende grade onderrig word, bring.

Die materiaal sal leerders leer om op hulle eie te werk (individueel) en sal van leerders vereis om in groepe te werk (interafhanklik). Dit is 'n aspek van die materiaal waaroor almal saamgestem het en waaroor almal positief gevoel het. Daar was wel by almal onsekerheid oor hoe die groepe saamgestel moet word en hulle het gevoel dat duideliker riglyne in dié verband gegee moet word. Dit sal by die opleiding van die onderwysers ingewerk kan word.

Een van die praktisyns wat die materiaal vir ses maande in haar klas getoets het, het ervaar dat die jonger leerders gesukkel het om aan die werk te kom, maar as hulle eers aan die werk is, weet hulle presies wat om te doen.

Die materiaal maak voorsiening vir 'n 'weer'-aktiwiteit wat die plek inneem van 'n ekstra vasleggingsaktiwiteit as 'n leerder nog oefening nodig het. Die 'meer'-aktiwiteit is 'n verrykende aktiwiteit. Almal was dit eens dat die hulp wat dit verleen 'n groot las om iets te gaan soek en te reproduseer van die onderwyser se skouers neem.

Almal het gevoel dat leerders wat vir lank afwesig is, probleme vir beide die onderwyser en leerder inhou. Met dié materiaal sal daardie probleem voorkom kan word, want die leerder sal voortgaan in die leergids waar hy/sy voor die afwesigheid was. Sy ouer, 'n assistent of ander leerder kan hom/haar fasiliteer om ná ure in te haal.

Die leerder wat sukkel, kan die vorige vlak se werk doen, aangesien dit dieselfde onderwerp is. Die onderwyser weet onmiddellik op watter vlak die leerder is, maar hy/sy weet ook wat die leerders veronderstel is om te ken (Bylaag E).

Niksdoentyd in die multigraadklas gaan beslis verminder. Dit was almal se siening.

4.4.2.2.3 Koste ten opsigte van die vakinhoud en die pedagogie

Vakinhoud: Almal het gevoel dat onderwysers steeds opgelei en ondersteun moet word in die verskillende metodes wat gebruik word. Ses van die sewe praktisyns voel dat daar wel 'n handleiding vir onderwysers moet wees waarop hulle kan terugval indien hulle onseker is oor iets.

Almal het gesê dat as elke leerder elke jaar 'n leergids moet kry waarin hy/sy werk, dit baie duur kan wees as 'n skool elke jaar vir al die leerders in die multigraadklasse boeke moet aankoop.

Pedagogiek: Volgens alle praktisyns is 'n positiewe gesindheid (Carl, 2009) by onderwysers die belangrikste aspek wanneer hulle moet verander. Die benadering tot onderrig moet verander van 'n onderwysergesentreerde benadering na 'n materiaal- en leerdergesentreerde benadering. Saam daarmee verander die onderwyser se rol na dié van 'n fasiliteerder. Drie van die praktisyns was onseker oor die rol van die onderwyser. Hulle was bang die onderwyser se rol raak te gering. Hulle het gevoel dat, om al die onduidelikhede uit te skakel, is dit belangrik dat die onderwysers gedurende die volle implementeringsproses opgelei en ondersteun word. Almal het gevoel dat onderwysers bewus gemaak moet word daarvan dat klaskamerorganisasie anders gaan lyk en die klas raserig gaan wees vanweë die baie groepwerk geleenthede.

Al die praktisyns het gevoel dat sosiale vaardighede by leerders ontwikkel en deur hulle aangeleer moet word sodat hulle interafhanklik kan werk. Net so sal leerders die vaardighede om onafhanklik te werk, moet aanleer. Eerlikheid met die nasien van hulle werk is ook belangrik. Die respondent wat die materiaal getoets het, het bevind dat die leerders maklik leer om

interafhanklik en onafhanklik te werk. Die groep was, volgens haar, eerlik met die nasien van hulle werk, mits die onderwyser die hele situasie reg hanteer. Onderwysers sal assessering so moet hanteer dat leerders gemaklik en ontspanne voel om met selfvertroue te kommunikeer en foute te maak.

4.4.3 Formatiwe evaluering – Bruikbaarheid

Die eerste vraag wat gevra moes word, was of dit wat in die formaat van ontwerpbeginsels in hoofstuk twee (sien 2.5) beplan is, sigbaar was in die finale dokument (subvraag 1). Tweedens, sien die finale gebruiker, die onderwyser (subvraag 2), hierdie materiaal as maklik bruikbaar, soos in die vorm van beginsels en ontwerpvoorstelle aan hulle voorgehou en kom dit in die finale dokument voor? Is die eiesoortige omstandighede vir Wiskunde in multigraadklasse in gedagte gehou en in die prototipe-materiaal ingebou? Voldoen hierdie materiaal aan die vereistes van die owerhede van die departement van onderwys en gaan dit onderwysers se taak vergemaklik en leerders se Wiskunde-prestasie verbeter? Al hierdie vrae is geformuleer en in bogenoemde vraelys geformuleer wat deur die praktisyns beantwoord is. Om die onderwysers se menings verder te bekom, was 'n individuele onderhoud met elkeen gevoer. Onderstaande is 'n kort opsomming van die kommentaar wat versamel is. Daarna volg 'n opsomming van data aan die hand van die drie kriteria van, bevorderlikheid, versoenbaarheid en koste.

4.4.3.1 Opsomming van positiewe kommentaar

Uit die praktisyns se reaksie op die vraelys was dit duidelik dat almal ervaring van multigraadonderwys gehad het. Die praktisyns wat aan die navorsing deelgeneem het, was almal ervare onderwysers. Hierdie onderwysers was baie positief oor leerdergesentreerde, selfgerigte en samewerkende leer in hierdie skole. Hulle het dit nie net as 'n filosofie ondersteun nie, maar het ook geglo dat samewerkende- en selfgerigte leer in die klaskamer toegepas kan word. Hulle was verder van mening dat kommunikasie en denke oor Wiskunde moet plaasvind en dat groepering van leerders dit sou moontlik maak. Hulle was veral ten gunste van differensiasie in multigraadklasse, met verwysing veral na vermenging van graadgroepe in bekwaamheidsgroepe. Elke leerder behoort op sy/haar eie te vorder vanaf die punt van eie begrip. Klasorganisasie en uitleg van materiaal maak dit moontlik. Hulle was veral bly oor die verpakking van die kurrikulum wat horisontale en vertikale differensiasie moontlik maak. Ander kenmerke van die prototipe-materiaal waarvan hulle baie gehou het, was eerstens dat die materiaal spesiaal net vir multigraadklasse geskryf is. Die feit dat die materiaal vir selfgerigte leer in multigraadklasse ontwerp was en assessering reeds in die prototipe-materiaal ingebou en beskikbaar was, het dit moontlik gemaak dat elke leerder op sy/haar eie kon werk. Progressietabelle, roetekaarte, ikone, 'weer'- en 'meer'-aktiwiteite, verduidelikings en duidelike uiteensetting van inhoud wat

aangebied moet word, word baie positief ondersteun deur alle praktisyns. Hulle hou veral daarvan dat die uitleg van die materiaal eenvoudig, duidelik, verstaanbaar en goed uiteengesit is.

praktisyns was veral ingenome daarmee dat die prototipe-materiaal aan die vereistes van die owerhede voldoen en dat sulke leermateriaal hulle meer tyd sal gee om swakker leerders te help. Hulle het tot die slotsom gekom dat die materiaal meer voordele as nadele inhou en dat dit hulle werkklas gaan verminder.

Positiewe kenmerke van die materiaal, soos deur praktisyns geïdentifiseer, was doeltreffende tydsindeling, uitstip van leermomente, horisontale en vertikale progressie van die inhoud, assessering en nasien van eie werk deur leerders, roetekaarte en die doeltreffende aanwending van ikone.

4.4.3.2 Opsomming van onsekerhede

Die eerste vraag wat beantwoord moes word, was of die geselekteerde praktisyns 'n verteenwoordigende steekproef van alle multigraadonderwysers was. Die groep was te goed gekwalifiseerd en te positief ingestel teenoor Wiskunde en nie werklik geïsoleerd nie aangesien hulle in gebiede van die Wes-Kaap was waar skole relatief naby aan dorpe geleë is. Alhoewel die groep onderwysers positief was ten opsigte van vernuwing, was die tradisionele benadering (monograadonderrig) steeds goed gevestig. Hierdie persone het deur die jare baie swaar gekry omdat baie onregverdig eise ten opsigte van die kurrikulum en deelname aan professionele aktiwiteite aan hierdie geïsoleerde en eiesoortige groep gestel was. Uit die praktisyns se reaksie op die vrae lyk dit geblyk dat die meerderheid steeds leerders as onvolwasse sien wat geleer moet word om te luister na inhoud en ook geleer moet word om opdragte uit te voer. Die praktisyns dink ook dat onderwysers moet luister na opdragte en voorskrifte van die owerhede van die departement van onderwys en nie te veel vryheid gegun moet word nie. Dit bly ook vir hulle aanvaarbaar dat onderwysers wiskundige inhoud verduidelik waarna die inhoud deur die doen van reekse eenderse somme vasgelê word. Hulle erken dat baie onderwysers self sukkel met Wiskunde as gevolg van 'n gebrek aan selfvertroue daarin. Isolering, afstande en afwesighede dra ook tot 'n negatiewe gevoel by, soos deur die deelnemende onderwysers genoem. Hulle bly onseker of hulle en leerders net met die hulp van die regte leermateriaal kan voortgaan. Die deelnemende onderwysers het ook genoem dat hulle onseker was of hulle die leerders sou kon motiveer. Hulle het egter geglo dat hulle met motivering en ondersteuning wel suksesvol kon wees.

4.4.4 Is die prototipe-materiaal geldig?

Die wyse van dataversameling en 'n gebrek aan implementering in skole lei daartoe dat hierdie ontwikkelingsproses maar net nog 'n eerste treetjie geneem het. Op geen manier kan 'n onomwonde uitspraak hieroor gemaak word nie. Op grond van die empiriese gegewens, soos uit die literaturoorsig verkry en met behulp van data deur middel van 'n vraelys en onderhoude van praktisyns verkry, kan daar op hierdie tydstip gesê kan word dat alles tot dusver daarop dui dat hierdie prototipe-materiaal geldig was.

4.5 Samevatting

In hoofstuk 4 is verslag gedoen oor die inligting wat deur middel van waarneming, fokusgroeponderhoude, vraelyste en onderhoude bekom is. Tydens die bestudering van die kommentaar het die navorser tot belangrike insigte gekom oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels en die bruikbaarheid van die materiaal. Hoofstuk 5 verskaf 'n samevatting, die gevolgtrekkings, 'n aanduiding van tekortkominge, aanbevelings, aanpassings en verdere rigting vir navorsing soos uit hierdie navorsing afgelei.

HOOFSTUK 5

OORSIG, SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

5.1 Oorsigtelike inleiding

Aan die einde van hierdie studie is dit nodig om antwoorde op die navorsingsvrae te verskaf. Kon die geldigheid van ontwerpbeginsels asook die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal vir Wiskunde met die oog op leerders in die intermediêre fase in landelike multigraadklasse bevestig word? Is die navorsingsontwerp wat gebruik is wetenskaplik van aard?

'n Navorsingsontwerp is 'n omvattende plan bestaande uit 'n proses van dataversameling en analise (McKenney en Reeves, 2012). Daar moet nagedink word oor die bydrae wat die navorsingsprosedure tot die uitbreiding van kennis oor multigraadonderrig, Wiskundemateriaal vir leerders in grade 4–6, ontwerpbeginsels en navorsingsontwerp gelewer het (McKenney, en Reeves, 2013). Lei insigte wat so bekom is en modelle wat ontwikkel is tot beter leerderprestasie (Oliver, 2000)? Dit is moontlik dat navorsingsprosedure kan bydra tot die formulering van sekere beleide wat die gehalte van onderrig van veral Wiskunde-onderrig in multigraadklasse kan verbeter.

Antwoorde op bostaande vrae sou nie moontlik gewees het as verskeie navorsers en praktisyns nie reeds die terrein verken en gedokumenteer het nie. 'n Literatuuroorsig (in hoofstuk 2) het aangedui hoe omvattende literatuur en goeie praktyke reeds ontwikkel is. Hier word verwys na multigraadonderrig, Wiskunde asook navorsingsbenaderings wat deur hierdie studie ondersoek is. Die literatuuroorsig dui ook die ingewikkelde situasie in die skoolstelsel aan. Wiskunde word as vakdisipline ontwikkel sonder om die verskeidenheid skole, leerders, agtergronde, onderwysers en leeromgewings in gedagte te hou (Van der Walle, J.A. 2006). Die werklikheid (kurrikulum, evaluering, bronne, ens.) waarmee gewerk word, was 'n monograadklasstelsel met 'n eiesoortige tradisionele onderrigwyse wat nie met 'n multigraadbenadering versoenbaar is nie. Vandaar die uitdrukking in die literatuur na die huidige skoolstelsel as 'een grootte pas almal' (die monograadbenadering geld vir alle soorte skole). Hierdie is nie net 'n Suid-Afrikaanse probleem nie, maar kom internasionaal voor soos duidelik uit die literatuuroorsig blyk (Padmanabha Rao en Rama, 2010).

Die inisiatief en ontwikkelingswerk wat die afgelope dekade of meer ten opsigte van multigraadonderrig in die Wes-Kaap, meer spesifiek die Boland-omgewing, plaasgevind het (Jordaan en Joubert, 2008), het grootliks tot hierdie studie bygedra. Dit is veral die inisiatief geneem deur beide navorsers, departementele amptenare, skole en onderwysers wat ontwikkelingswerk moontlik gemaak het. Beide die intervensie deur die Wes Kaapse

Onderwysdepartement (2001–2006) asook die inisiatief en leiding deur die Sentrum vir Multigraadonderrig (SMGO) (2009–2012) het ontwikkeling aangevuur (sien 2.3.5). Verskeie nagraadse studies (Boonzaaier, 2008; Gomes, 2007; Van der Merwe, 2012) het verdere denke en ontwikkelinge moontlik gemaak. Die poel vakkundiges asook praktisyns in hierdie omgewing beskikbaar het hierdie studie maklik gemaak. Buitelandse ondersteuning, veral vanuit Nederland en by name die Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO), het verdere kundighede verskaf. Voortdurende opleiding en besoeke deur kundiges vanuit Nederland het gehalte tot ontwikkelingswerk op kurrikulumbeplanning in multigraadskole toegevoeg. Die SMGO het verseker dat van hierdie kundighede op beide nasionale en internasionale vlak deur aanbiedinge en optredes tydens konferensies (Peninsula University of Technology, 2010) asook opleidingsessies gebruik gemaak kon word. Die navorser was bevoorreg om deel te kon wees van sommige van hierdie optredes. Hierdie studie het haar nie net verder ontwikkel nie, maar ook 'n geleentheid gebied om van dit wat sy ontvang het, 'n geringe deel te kon terugploeg.

5.2 Navorsingsontwerp

Hierdie onderafdeling bied 'n opsomming van die werkwyse (navorsingsontwerp) om 'n beter verduideliking van antwoorde op die navorsingsvrae te bied. Die drie sentrale vrae wat Creswell (2009:5) stel, bly 'n goeie riglyn om na te volg. Die eerste twee vrae word hieronder beantwoord terwyl die laaste vraag in paragraaf 5.2.5 aan bod sal kom.

- Wat is die kennis aanspraak (aannames oor leer en nuwe kennis) wat deur die navorser gemaak word?
- Watter ondersoekstrategieë word gebruik?
- Watter metode van dataversameling en -analise word gebruik?

5.2.1 Kennis aanspraak: Konstruktivisme

Wat betref vraag 1 van Creswell, is dit nodig dat 'n teoretiese filosofie nagevolg word om aan die kennis aanspraak te voldoen. Aangesien hierdie studie in wese oor die verbetering van onderrig in en die leer van Wiskunde vir multigraadleerders gehandel het, word kortliks na konstruktivisme as leerteorie verwys. Konstruktivisme is 'n teorie wat gebaseer is op waarneming en wetenskaplike studies van hoe mense leer. Alhoewel dit slegs 'n teorie is, word konstruktivisme in verskeie klaskamers toegepas (Van der Walle, 2006), aan onderwysersinrigtings as deel van die kurrikulum ingebou (Departement van Basiese Onderwys, 2009) asook as model vir opvoedkundige navorsing gebruik (Windschitl, M. 2002).

Vir jare reeds is die twee beginsels van selfgerigte en samewerkende leer die “goue draadjies” van multigraadonderrig (Berry, 2007). Die fokus in 'n multigraadklas is leerdergesentreerde

onderwys. Dit gaan oor die individuele leerder. Elke kind word as uniek beskou en sy/haar vordering en persoonlike vaardighede is die vertrekpunt vir leer. Dit is in konflik met die bestaande tradisionele benadering van onderwysergesentreerde klaskamerbestuur en in onlangse jare ook 'n kurrikulumgesentreerde benadering. Die drie beginsels van leerdergesentreerde onderwys, selfgerigte leer en samewerkende of sosiale leer is ook die uitgangspunt van konstruktivisme as 'n teorie vir leer (McClellan en Kinsey, 2007). Die benadering se grootste bydrae tot die onderwys is die verskuiwing van klem vanaf kennis as 'n produk na kennis as 'n proses. Dit is 'n siening wat die aktiewe rol wat leerders self tydens leer behoort te vervul, beklemtoon. Konstruktivisme verwerp nie die aktiewe rol wat onderwysers speel of die waarde van basiese kennis nie. Die rol van die onderwyser word aangepas sodat hy/sy leerders help om kennis saam te stel eerder as dat die onderwyser 'n reeks feite verskaf. Die leerder word daarin ondersteun om gedurende die leerproses vanaf 'n passiewe ontvanger van inligting na 'n aktiewe deelnemer te groei. In 'n konstruktivistiese klaskamer verskuif die fokus vanaf die onderwyser na die leerder, vanaf onderrig na leer. Die klem is daarop om leerders te laat saamwerk deur gedagtes te deel en mekaar se sieninge te bevraagteken (Slavin, 1990). Konstruktivisme glo dat betekenis ontwikkel word wanneer daar interaksie tussen persone is (Woolfolks et al., 2008). Konstruktivisme as 'n leerteorie en die noue band met ontwerpnavorsing, multigraadonderrig en Wiskunde het die grondslag vir hierdie studie gevorm.

Tydens ontwerpnavorsing behoort konstruktivisme ook in gedagte gehou te word. Vrae wat deur die navorser gestel word, behoort "oop" en "algemeen" geformuleer te word. Hierdie siening dwing navorsers om versigtig te luister na wat elke individu oor sy of haar eie situasie te sê het. 'n Konstruktivistiese siening vereis van 'n navorser om te besef dat kontak met ander persone asook dit wat in die verlede gebeur het, 'n invloed op die siening van deelnemers het (Henning, 2009). Indien 'n navorser deelnemers wil verstaan, is historiese en kulturele norme asook die omgewing waarin die deelnemers woon, belangrike bronne van inligting. Navorsers moet ook besef dat hulle eie agtergrond hulle interpretasie beïnvloed. Om dit te ondersoek is dit nodig dat navorsers hulle rol asook sekere etiese aspekte verklaar (De Vos et al., 2009).

Vanuit 'n filosofiese standpunt reflekteer konstruktivisme 'n eenvoudige feit: elkeen van ons stel sy/haar eie begrip van die wêreld saam. Daarom het elke individu 'n unieke siening van die wêreld. Les Vygotsky het reeds in 1930 geskryf dat die doel van onderwys is om jong leerders voor te berei om hulle vir die res van hulle lewe op te voed. Vir hierdie studie, wat spesifiek vir die gehalteverbetering van Wiskunde tydens multigraadonderrig voorsiening wou maak, was hierdie wêreldsiening gepas. Konstruktivisme word baie goed vasgevat (veral vir die ontwerpnavorsingsbenadering) in 'n uitspraak deur Tshoshanov (2013:41), naamlik "Constructivism values the process more than the result. Piaget argues that scientific knowledge

is not a static phenomenon; it is a process, more specifically, the process of continuous construction and reorganization.”

5.2.2 Navorsingsontwerp

In hierdie studie is tydens dataversameling aan 'n kwalitatiewe asook 'n opvoedkundige ontwerpnavorsingsbenadering voorkeur verleen. Die toepassing het aanpassing van die praktyk vereis wat die ontwerp van eie teoretiese modelle tot gevolg gehad het.

5.2.2.1 Kwalitatiewe benadering

Tydens hierdie studie is eerstens op 'n kwalitatiewe benadering besluit. So 'n keuse behoort by konstruktivisme aan te pas asook ontwerpnavorsing te ondersteun. Creswell (2009:8) is van mening dat konstruktivisme as 'n tipiese benadering vir kwalitatiewe navorsing gesien kan word. In teenstelling met 'n kwantitatiewe metode val die klem by kwalitatiewe navorsing nie op syfers of statistieke nie. Individuele menings, ervarings en belewenisse word as grondslag van hierdie soort navorsing gesien. In plaas daarvan dat 'n bestaande teorie getoets word, word daar in 'n kwalitatiewe studie eerder na oplossings vir komplekse probleme gesoek, hipoteses gevorm en teorieë of modelle ontwikkel (Creswell, 2009:175). Kwalitatiewe navorsing wil iets verbeter of ontwikkel, soortgelyk aan 'n ontwerpnavorsingsbenadering.

5.2.2.2 Aangepaste opvoedkundige ontwerpnavorsing

Hierdie studie het aan kwalitatiewe asook 'n eiesoortige ontwerpnavorsingsmetode as ondersoekstrategie voorkeur verleen. Die navorsingsfunksie was om te evalueer. Volgens evalueerende navorsing moes twee uitsprake gemaak word oor die navorsingsvrae wat soos volg geformuleer was:

1. Is die ontwerpbeginsels van die leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas wat tydens die voorafondersoek en prototipe-fase saamgestel is, geldig?
2. Vind die onderwysers die prototipe-leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas bruikbaar?

Verloopsmomente

Onderstaande drie verloopsmomente (soos ook in die hoofstukindeling van hierdie studie genoem) is soortgelyk aan die teoretiese model, maar verskil wat betref die inhoud en optrede of handeling. Die grootste verskil is dat 'n eerste konsep wiskundemateriaal reeds ontwikkel was en aan die hand van bogenoemde navorsingsvrae geëvalueer moes word. Tydens 'n normale model word 'n prototipe aan die hand van 'n sikliese proses deur formatiewe evaluering

voortdurend ontwikkel en verbeter totdat aan die ontwerpbeginsels voldoen word (Van den Akker, 2009). Dit is die normale verloop van doktors studies wat van hierdie benadering gebruik maak. Die omvang, vlak en doel van hierdie studie was 'n eenmalige "konsep-prototipe"-evaluering.

A: Voorafondersoek

In hoofstuk 2 is verslag gedoen oor 'n literatuuroorsig waartydens konseptuele verklarings, konteks- en probleemanalise asook belowende goeie praktyke in Wiskunde-onderdig en multigraadonderwys ondersoek is. Na aanleiding van hierdie oorsig is beginsels saamgestel wat as ontwerp spesifikasies bekend staan. Aan die hand van hierdie ontwerp spesifikasies is die navorsingsvrae beantwoord, 'n waarde-oordeel oor die ontwerpbeginsels en prototipe-wiskundemateriaal uitgespreek en sekere aanbevelings gemaak om probleme in Wiskunde-kwessies in multigraadklasse (grade 4–6) die hoof te bied.

B: Prototipe-fase

Hoofstuk 3 het verslag gedoen oor die samestelling van instrumente om data te versamel en te analiseer. 'n Eiesoortige ontwerp is hier bekend gestel (sien Bylae B en C).

C: Evaluering en aanbevelings

Met behulp van instrumente en ontwerpbeginsels is in hoofstukke 4 en 5 verslag gedoen oor 'n analise en sintese van data wat versamel is. Die data is ondersoek en geïnterpreteer deur 'n waarde-oordeel daaroor uit te spreek ten einde aanbevelings in die laaste hoofstuk te kan maak. 'n Waarde-oordeel is uitgespreek oor die geldigheid van ontwerpbeginsels (sien 4.3) asook die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal (sien 4.4).

Navorsingsinstrumente verwys na evalueringmetodes en aktiwiteite wat gebruik kan word vir dataversameling en analise. Tabel 5.1 bied 'n kort beskrywing van elk van die evalueringmetodes wat tydens die huidige navorsing gebruik is.

Tabel 5.1: 'n Samevatting en verduideliking van evalueringmetodes

Kriteria	Evalueringmetode	Verduideliking van metode
Geldigheid Deur navorser en koördineerder	Sifting Noukeurige ondervraging. Lede van 'n ontwerpspan kontroleer die ontwerp aan die hand van ontwerpbeginsels. Kontrolelys Vergelyk 'n bepaalde intervensie met 'n lys van verwagte eienskappe vir die intervensie.	Die navorser en koördineerder werk aan die hand van ontwerpbeginsels deur die beplanning, beginsels en ontwerp. Aangesien geldigheid hier ter sprake is, word daar op die vakinhoud, die beginsels en die ontwerp gefokus. 'n Waarde-oordeel word gemaak asook noodsaaklike

Kriteria	Evalueringmetode	Verduideliking van metode
Vakkundiges	Waarneming Neem waar en teken aan tydens deurgaang van materiaal.	aanpassings.
	Waardebepaling deur kundiges 'n Groep vakkundiges en kurrikulumontwikkelaars reageer op 'n prototipe van die intervensie. Onderhoudvoering Stel vrae aan respondente tydens 'n gesprek om sodoende inligting oor die ontwerp te verkry. Hantering van kontrolelyns Gebruik 'n lys vrae om inligting van vakkundiges oor die intervensie te bekom.	'n Groep kundiges spreek 'n waardeoordeel oor die ontwerpbeginsels en eerste prototipe uit om die geldigheid te bepaal. Weereens val die fokus op die vakinhoud, die beginsels en die ontwerp.
Bruikbaarheid Praktisyns	Deurblaai Gebruik van kontrolelyns Onderhoudvoering Waarneming	Gebruikers (onderwysers) bepaal die bruikbaarheid van die ontwerp-materiaal. Dit word gedoen deur 'n deurblaai van voorbeelde voor die tyd, individuele voltooiing van 'n vraelys en aan die hand van vrae d.m.v. 'n onderhoud. Geformuleerde ontwerpbeginsels as inhoude vir die instrumente asook die kriteria van bevorderlikheid, versoenbaarheid en koste word bepaal om 'n waardeoordeel uit te spreek.

Verklarings oor die modelle en werkwysse word onderskeidelik onder punt 5 en 6 hieronder aangedui.

5.3 Identifisering en formulering van probleme

Vervolgens word gekyk na enkele terreine waarop probleme voor en tydens hierdie studie ervaar en oorkom moes word.

5.3.1 Suid-Afrikaanse onderwysstelsel in krisis

Hierdie studie het 'n probleem wat in die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel aangetref word, onder die loep geneem. Dat die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel ten tye van die navorsing (2014) 'n krisis beleef het, was duidelik uit die amper daaglikse kritiek in die pers en media op daardie stadium asook uit die uitslae van plaaslike en internasionale toetse en navorsing. Die gehalte van onderrig en leer word bevraagteken wanneer dit met uitslae van ander soortgelyke ontwikkelende lande, asook lande in Afrika, vergelyk word (Hungu et al., 2010). Ook die onderrig van Wiskunde en multigraadonderwys in Suid-Afrika kan as problematies beskryf word. Die

navorsingsontwerp, gesien teen 'n Suid-Afrikaanse agtergrond, was die eerste probleem wat die hoof gebied moes word.

5.3.2 Navorsingsprobleem

Die oorkoepelende probleem waaraan hierdie studie aandag wou gee, was die swak uitslae in Wiskunde aan multigraadskole (Wes Kaap Onderwysdepartement, 2013). Die andersoortigheid van multigraadskole word nie deur owerhede erken nie. Gevolglik word geen onderskeid getref wat betref die kurrikulum of bronmateriaal vir monograad- en multigraadklasse nie. Dit word vererger deurdat baie onderwysers nie oor die nodige vaardighede en selfvertroue beskik om Wiskunde te onderrig nie. Die Sentrum vir Multigraadonderrig (SMGO) het 'n projek vir die skryf van leermateriaal onderneem om hierdie probleem aan te spreek. Die prototipe-materiaal is voltooi en gevolglik was die onmiddellike vraag na die geldigheid en praktiese bruikbaarheid van hierdie prototipe-materiaal.

Die eerste groot probleem wat die hoof gebied moes word, was die keuse van 'n navorsingsbenadering. Die studie is op 'n meestersgraad-vlak uitgevoer aan die hand van 'n opvoedkundige ontwerpnavorsingsbenadering. Die sikliese ontwikkeling van prototipes met deurlopende formatiewe evaluering was te omvattend vir so 'n studie. Die wydte en diepte van so 'n studie moes beperk word tot 'n vlak wat moontlik nie aan die verwagtinge voldoen nie. Verskeie kundiges asook 'n massa data was beskikbaar, en dié data moes verwerk word. Uitkomstes met aanbevelings moes aan die einde van die studie beskikbaar wees. Beide teoretiese produkte asook konkrete produkte moes ná afloop van die studie beskikbaar wees. Die wyse van versameling van data asook evalueringskriteria was 'n verdere probleem wat die hoof gebied en opgelos moes word.

5.3.3 Probleme by multigraadonderrig

Uit die literatuur en navorsing was die swak omstandighede en gehalte van opvoeding en onderrig in landelike multigraadskole baie duidelik. Die onderwysstelsel slaag nie daarin om die reg tot basiese onderwys van hoë gehalte vir leerders in multigraadskole te bied nie. Selfs beamptes van die Nasionale Departement van Basiese Onderwys (NDBO) verwys na die situasie in hierdie skole as desperaat! Die meerderheid leerders in 'n demokratiese Suid-Afrika ontvang baie swakker onderrig as waarop hulle geregtig is.

Daar is reeds verwys na die groot verskeidenheid wat in 'n multigraadklaskamer aangetref word. Dit is veral kombinasies van grade asook groepering van leerders wat van skool tot skool verskil. Een van die grootste hindernisse by die verbetering van multigraadonderwys is die onbuigsamheid van 'n graadgebaseerde kurrikulum. 'n Monograadbenadering is die norm vir

alle klasorganisasie, opleiding van onderwysers, skryf van die kurrikulum, evalueringsprosedures asook onderrigmateriaal.

Met drie miljoen leerders in landelike skole in Suid-Afrika behoort 'n prioriteit te wees om gehalte, gelykheid en toeganklikheid te verseker (Joubert, 2010:1; EPC, 2011:8). Juis as gevolg van die groot aantal landelike multigraadskole in SA, is dit duidelik dat hierdie skole nog vir jare met ons gaan wees. Leerders word in skole met multigraadklasse ingeskryf as gevolg van probleme soos afstande, isolasie, 'n tekort aan onderwysers, vervoer na groter skole, finansiële probleme en nog vele meer onoplosbare probleme. Sosiale, maatskaplike en finansiële probleme in hierdie voedingsgebiede van die skole met multigraadklasse het werkloosheid, armoede, misdaad en dwelmverslawing tot gevolg. Daar is geen maklike en goedkoop oplossings in die komplekse omstandighede van landelike skole met multigraadklasse nie. Oplossings vir hierdie probleem word tans deur owerhede gesoek in die sluiting van hierdie skole wat beide 'n oplossing maar ook verdere probleme tot gevolg kan hê.

5.3.4 Probleme met Wiskunde

Dit is duidelik dat die oorgrote meerderheid Suid-Afrikaanse leerders ver onder die verwagte vlak in wiskunde presteer (NSES, 2011:5-6; ANA/JNA, 2011, 2012, 2013). Die meerderheid leerders in Suid-Afrika het nog nie die basiese wiskundige vaardighede aan die einde van hulle primêre onderwys bereik nie. Alle beskikbare bewyse toon dat baie Suid-Afrikaanse leerders in hul vroeë skoolloopbane reeds 'n groot agterstand (soveel as twee skooljare aan die begin van graad 4) opgebou het wat die hooforsaak is van swak prestasie of skoolverlating in latere jare (Van der Merwe, 2012). Omdat leerders nie die basiese wiskundige vaardighede in die grondslag- en intermediêre fase bemeester nie (Mullis et al., 2012:121), word hulle van verdere leer uitgesluit en kan hulle gevolglik nie tot hulle volle potensiaal ontwikkel nie. Bestaande literatuur oor die inhoudskennis van Suid-Afrikaanse onderwysers toon dat baie self nie die kurrikulum bemeester het wat van hulle verwag word om te onderrig nie (SACMEQ III, 2007:12-23).

Veral in skole met multigraadklasse groei die gaping tussen wat leerders behoort te ken en wat hulle werklik kan doen of ken. Dit beteken dat, soos leerders vorder, hulle al verder agterraak aangesien wiskundige begrippe en vaardighede soos boublokke op mekaar pas. Uiteindelik lei dit tot 'n situasie waar remediëring amper onmoontlik is (in hoërskole). Die gaping het dan reeds te groot geword en dit lei tot mislukking, graadherhaling en skoolverlating.

Uit die navorsing soos hierbo aangedui, is dit baie duidelik dat onderwys oor die algemeen, en dan veral ten opsigte van die vak Wiskunde, krisisafmetings in Suid-Afrika aanneem. Die

onderwysers wat Wiskunde onderrig asook die wyse waarop dit gedoen word, moet dringend aandag kry.

5.4 Moontlike oplossings vir probleme

Genoemde probleme hierbo lyk onoorkomelik. Die tegnologiese proses van probleemidentifisering, ontwerp, maak en evalueer, is oor jare deur die mensdom gebruik om probleme die hoof te bied deur produkte te ontwikkel en te verbeter. Dié beginsels is ook in die opvoedkundige ontwerpnavorsingsproses ingebou.

5.4.1 Die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel

Deur 'n wetenskaplike prosedure van behoeftebepaling, ontwerp, maak en evaluering behoort vordering gedemonstreer te word. Die ingewikkeldheid van die probleem en die voorstelling van simplistiese oplossings gaan nie die probleem oplos nie. Jongste navorsing verwys na die klaskamer as die plek vir die oplossing van probleme. Die inligtingsera het reeds verskeie nuwe ontwikkelings oor breinnavorsing beskikbaar gestel wat toegepas kan word om die probleem die hoof te bied. Om leerders vir die toekoms voor te berei, is dit ook noodsaaklik dat hulle aan inligtingstechnologie blootgestel word. Navorsing oor breinontwikkeling asook die toeganklikheid tot IKT (inligtings- en kommunikasietechnologie) maak verskeie oplossings moontlik.

5.4.2 Navorsing as oplossing

Ingewikkelde teorie en onverstaanbare, produklose navorsingsbenaderings moet aandag geniet indien praktiese oplossings gevind wil word. Vrylike en gratis beskikbaarheid van inligting op webwerwe is 'n groot stap vorentoe. Ook die funksionering van die SMGO het kundighede en ervaring vrylik vir hierdie studie beskikbaar gestel.

Die sentrale vrae van Creswell (1989, 2003, 2009) het rigting aan hierdie studie gegee. Die filosofiese aannames, ondersoekstrategieë en metodes van dataversameling en -analise het hoofstukindeling vergemaklik. Met die besluit oor kwalitatiewe en ontwerpnavorsing as benadering vir dataversameling, is 'n duidelike werkwyse gevind. Die verloopmomente vanuit die voorafondersoek (literatuuroorsig) met die oog op ontwerp spesifikasies in die ontwerp fase vir die identifisering en omskrywing van die navorsingsprosedure en evalueringsmetodes het hierna gevolg. Dit is gevolg deur 'n fase van formatiewe evaluering. Hierna is data verwerk en geanaliseer, wat op sekere aanbevelings uitgeloop het. Oplossings vir wiskunde in multigraadonderrig word gevolglik kortliks bespreek.

5.4.3 Aanbevelings vir wiskunde in multigraadonderrig

Hoe onderwysers hulle tyd tussen leerders in 'n multigraadklaskamer verdeel, is 'n goeie aanduiding van leergeleentheid vir elke leerder. Indien 'n onderwyser twee grade in een klaskamer moet onderrig en tyd gelykop tussen die twee grade moet verdeel, sal beskikbare tyd vir elke graad gehalveer word. Daar is wêreldwyd gekyk na verskillende benaderingswyses in multigraadonderrig om hierdie probleem te oorkom. Na aanleiding van navorsing het Little (2007:310) en Pridmore (2007:566) vier benaderingswyses geformuleer, naamlik kwasi-monograad, differensiering van die kurrikulum, verspreiding van die kurrikulum oor 'n aantal jare en die materiaal- en leerdergesentreerde benadering. Implementering van laasgenoemde benadering in Indië en Colombia het getoon hoe suksesvol hierdie benadering in multigraadonderrig gebruik kan word. Leergids, veral in die Escuela Nueva-skole in Colombia, word as 'n baie belangrike element vir hierdie suksesvolle stelsel beskou.

'n Leergids bestaan uit 'n interaktiewe teks wat leerdergesentreerd is en selfgerigte, aktiewe en deelnemende leer tot gevolg het. Die gids bied aktiwiteite vir leerders wat óf individueel óf gedeeltelik in groepe voltooi kan word. Die onderwyser fasiliteer die leerproses. Leergids skep 'n dinamiese, aktiewe en deelnemende leeromgewing. Die gids is gebaseer op die gedagte dat leer die beste deur interaksie en bespreking plaasvind. Aktiwiteite word teen die leerder se eie spoed voltooi om sodoende 'n buigbare en aanpasbare tempo van vordering te bewerkstellig. Die eiesoortige behoefte van elke individuele leerder word dus in ag geneem. Die onderwyser is steeds in beheer van die klas. Onderrig word beperk tot 10 minute vir bekendstelling en verduidelik van nuwe inhoud en vaardighede. Daarna word die gekombineerde klas op grond van leerders se bekwaamheidsvlakke gedifferensieer. Die kurrikulum vir die grade is so beplan dat horisontale en vertikale progressie kan plaasvind. Hierdie soort materiaal kan baie maklik deur 'n minder ervare of ongekwalfiseerde onderwyser aangebied word aangesien volledige instruksies vir leerders in die leergids ingesluit word.

Bogenoemde oplossing het as basis gedien vir die ontwerp van die prototipe-materiaal vir die intervensie waarmee die huidige navorsing gemoeid was.

5.5 Versameling van data

'n Voldoende verskeidenheid evalueringsmetodes is gebruik en genoeg aktiwiteite is uitgevoer om data te versamel. Dit is moontlik dat die navorser van 'n te groot verskeidenheid instrumente gebruik gemaak het. Die beantwoording van die navorsingsvrae het egter vereis dat 'n waardeoordeel oor beide geldigheid van ontwerpbeginsels asook bruikbaarheid van prototipe-materiaal uitgespreek word. Eerstens het dit vereis dat data deur 'n literatuurstudie, bestudering van die proses van beplanning, besluite en skryf van die prototipe-materiaal versamel moes word. Dit

was 'n teoretiese produk waaroor 'n oordeel ten opsigte van geldigheid uitgespreek moes word. Tweedens moes die navorser data bekom deur die bestudering van die oordeel wat deur die vakkundiges oor die prototipe-materiaal uitgespreek was. Die bruikbaarheid van die materiaal kon slegs deur persone (dus onderwysers/praktisyne) wat eerstehandse ervaring in multigraadonderrig gehad het, bepaal word. Data is aan die hand van die twee navorsingsvrae soos hieronder aangedui, versamel. Onderstaande is 'n kort opsomming van die werkwyse en instrumente en metodes vir dataversameling wat deur hierdie studie gebruik is. Daar word kortliks verwys na die verloop van die studie, inhoud en metodes van dataversameling.

5.5.1 Bepaling van geldigheid

Die eerste subvraag hier van toepassing was die geldigheid van die ontwerpbeginsels van die prototipe-wiskundemateriaal vir multigraadonderrig.

5.5.1.1 Ontwerpbeginsels

Ontwerpbeginsels, aan die einde van hoofstuk 2 (sien 2.5) is saamgestel. Inhoude behels die teoretiese samestelling van ontwerp, wiskunde- en multigraadonderrig. Die metodes van navorsing wat gebruik is, was die deurblaai en sifting van navorsingsbeginsels soos deur die navorser self geïdentifiseer en geformuleer aan die hand van die literatuuoroorsig.

5.5.1.2 Beplanningskomitee en skryfspan

Data is deur die navorser versamel tydens beplanningsvergaderings d.m.v. aantekeninge, notules asook dokumente (Bylaes B,C en E). Onderwerpe waaroor data versamel is, was die keuse van span- en komiteede, Wiskunde vakinhoud, beginsels van wiskunde- en multigraadonderrig en ontwerpbeginsels van wiskundemateriaal. Evalueeringsmetodes wat gebruik is, was die sifting en deurblaai van die prototipe wiskundemateriaal. Die taak is deur die navorser in samewerking met die koördineerder van die projek gedoen. Aantekeninge is gemaak aan die hand van ontwerpbeginsels. Die navorser blaai dus deur agendas en voorstelle en spreek 'n waardeoordeel oor die samestelling van komitees en raamwerke uit.

5.4.1.3 Vakkundiges se waardeoordeel

'n Groep kundiges het 'n waardeoordeel oor die ontwerpbeginsels asook prototipe-gedeeltes uitgespreek ten einde die geldigheid daarvan te bepaal. Die inhoude waarna gekyk is, was die beginsel en rasionaal, tydsindeling, struktuur, en praktiese uitdeelstukke. Evalueeringsmetodes en aktiwiteite het gedui op 'n waardebeplanning deur kundiges aan die hand van sekere vrae tydens 'n fokusgroeponderhoud.

5.5.2 Bepaling van bruikbaarheid

Die tweede subvraag behels die praktisyns se waarde-oordeel oor die bruikbaarheid van die materiaal. Voor die tyd is die praktisyns van materiaal voorsien wat hulle kon deurblaai om 'n ingeligte mening te vorm. Die praktisyns is individueel by hulle tuistes besoek. Daar is eerstens aan hulle geleentheid gegee om die vraelys op hulle eie te voltooi waarna individuele onderhoude met elkeen gevoer is. Die navorser het ook 'n video-opname asook 'n transkripsie van elke gesprek gemaak.

5.6 Analise van data – formatiewe evaluering

Die begrip formatiewe evaluering verwys na voortdurende dataversameling, analise asook 'n waarde-oordeel om gehalte te verbeter (Nieveen, 2009:93). Formatiewe evaluering het plaasgevind binne die drie fases, naamlik die voorafondersoek, prototipe-fase en assesseringsfase. Elke fase maak van ander metodes gebruik. So was die eerste metode hierbo 'n waarde-oordeel wat die navorser self uitgespreek het deur die beskikbare uitdeeltukke en notules deur te blaai en deur inhoud te sif en beginsels neer te skryf. Dieselfde geld vir die literatuurstudie waartydens die navorser 'n analise van die jongste literatuur, skrywers en data gemaak het. Die voorlaaste stap was 'n gesprek oor materiaal en ontwerpbeginnsels met kundiges. Tydens hierdie proses is gevorder vanaf 'n waarde-oordeel deur die navorser self tot waardeoordele deur vakkundiges aan die hand van ontwerpbeginnsels en konkrete voorbeelde. Daar is vervolgens van praktisyns gebruik gemaak om die bruikbaarheid te bepaal. Op hierdie manier kon die geldigheid en bruikbaarheid op 'n wetenskaplike wyse bepaal word.

Die doel van formatiewe evaluering is gehalteversekering. Tydens die normale proses van die sikliese ontwikkeling van prototipes is dit nodig om aan die einde van elke siklus 'n waarde-oordeel aan die hand van ontwerpbeginnsels en die navorsingsvrae uit te spreek. Dit lei tot herbepanning en implementering van 'n nuwe prototipe. In hierdie studie is slegs 'n eenmalige waarde-oordeel uitgespreek. Verdere ontwikkeling van die materiaal is nodig om die werklike bruikbaarheid te bepaal. Hieronder is 'n kort aanduiding van die kriteria vir data-analise.

5.6.1 Geldigheid

Geldigheid verwys na 'n behoefte aan 'n intervensie. So 'n intervensie behoort gebaseer te wees op die jongste aanvaarbare kennis asook kundighede. Geldigheid verwys na inhoud, beginsels en ontwerp. Dit kan nie met 'n eenvoudige meetinstrument gemeet word nie omdat dit alleenlik oor 'n lang termyn bepaal kan word. Die geldigheid van die ontwerpproses is aan die hand van die kategorieë en gepaardgaande vrae in tabel 5.2 beoordeel.

Tabel 5.2: Inhoud en kriteria vir bepaling van geldigheid

Inhoud wat beoordeel moes word	Geldigheid van literatuuroorsig	Geldigheid van notules en besluite	Geldigheid: vakkundiges se waarde-oordeel
<u>Inhoud en tyd:</u> Is die Wiskunde-vakinhoud op 'n wetenskaplike basis gegrond?	* Is die ontwerpbeginsels op 'n wetenskaplike basis gegrond? * Word die	* Keuse van ontwikkelings- en skryfspan * Is die wiskunde vakinhoud op 'n wetenskaplike basis gegrond?	* Keuse van fokusgroepe * Fokusgroeponderhoude * Rasionaal en
<u>Beginsels:</u> Word die beginsels van multigraad- en Wiskunde-onderrig teoreties ondersteun? Leerdergesentreerd, Selfgerigte leer, Samewerkende leer	ontwerpbeginsels van MGO en Wiskunde teoreties ondersteun? * Is die ontwerpbeginsels logies uiteengesit?	* Word die beginsels van multigraad- en Wiskunde-onderrig teoreties ondersteun * Is die ontwerp van die materiaal logies uiteengesit?	* Tydsindeling van die vakinhoud per jaar en per dag * Model en 'n praktiese voorbeeld
<u>Ontwerp:</u> is die ontwerp van die prototipe uiteengesit?			

Drie aktiwiteite is uitgevoer, naamlik 'n analise van die samestelling van ontwerpbeginsels (sien 2.5), die samestelling en funksionering van die komitee (sien 3.5) asook die menings van kundiges (sien 4.3.3). Beide die literatuuroorsig (hoofstuk 2) vir identifisering van ontwerpbeginsels asook die samestelling van die komitee en besluitneming oor beginsels en ontwerp kan 'n aanduiding van geldigheid wees.

5.6.2 Bruikbaarheid

In hierdie tesis verwys **bruikbaarheid** na die mate waartoe gebruikers en ander kundiges die prototipe-wiskundemateriaal as bruikbaar en koste-effektief beskou het. Oor bruikbaarheid kan slegs 'n uitspraak ten opsigte van die verwagte bruikbaarheid gegee word aangesien hierdie materiaal eers in skole uitgetoets moes word om 'n finale waarde-oordeel te kon uitspreek. Die kriteria van Doyle en Ponder (1977) is aangewend, naamlik bevorderlikheid, versoenbaarheid en koste:

- bevorderlikheid: daar word gevra of die prototipe-materiaal bevorderlik is vir die doel waarvoor die ontwerp gebruik gaan word, naamlik Wiskunde vir multigraadonderrig.
- versoenbaarheid: die vraag wat gevra word, is of die prototipe-materiaal versoenbaar is met die multigraadomstandighede waarbinne dit gebruik gaan word.
- koste: dui op wat die implementering van die prototipe-wiskundemateriaal van die onderwysers gaan vra ten opsigte van tyd, aanpassings en verandering.

Die bevorderlikheid, versoenbaarheid en die koste van die prototipe-wiskundemateriaal vir multigraadonderrig was as raamwerk gebruik om vrae in 'n vraelys te geformuleer wat deur die praktisyns (onderwysers) beantwoord moes word. Individuele onderhoude is ook gevoer sodat die praktisyns verder oor hulle menings uitgevra kon word.

5.7 Waarde-oordeel

In hoofstuk 4 is oor die inligting wat bekom is deur middel van waarneming, fokusgroep-onderhoud, vraelys en onderhoude verslag gedoen. Tydens die bestudering van die kommentaar is tot belangrike insigte gekom oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels en die bruikbaarheid van die prototipe-materiaal.

Ten slotte word 'n kort waarde-oordeel oor elkeen die navorsingsinstrumente uitgespreek. Om 'n waarde-oordeel uit te spreek moet oor die metode van navorsing, naamlik ontwerpnavorsing nagedink word. Die doel van opvoedkundige ontwerpnavorsing is om gehalte van produkte deur middel van formatiewe assessering te verbeter. Die groot probleem ten opsigte van Wiskunde by multigraadonderrig is aan die hand van 'n literatuuroorsig, denke en sieninge van kundiges asook versameling van data aangedui. Dié werkwyse kan as objektief en wetenskaplik gesien word. Ná 'n analise van die data dui alles daarop dat positief op beide navorsingsvrae gereageer kan word.

Navorsingsvraag 1: Is die ontwerpbeginsels van die eerste prototipe-materiaal geldig en is die prototipe bruikbaar by die aanbieding van Wiskunde in 'n multigraadklas?

Voorvloeiend vanuit bogenoemde navorsingsvraag, is die eerste vraag wat beantwoord moes word, of dit wat in die formaat van die ontwerpbeginsels en hoofstuk twee beplan is, in die finale dokument sigbaar was. Die navorser het daarin geslaag het om 'n verskeidenheid evalueringmetodes en aktiwiteite te gebruik om data te versamel. Drie aktiwiteite is uitgevoer, naamlik 'n analise van die samestelling van ontwerpbeginsels, die samestelling en funksionering van die komitee, asook die verkryging van die menings van kundiges. Die literatuuroorsig (hoofstuk 2) vir identifisering van ontwerpbeginsels, die samestelling van die komitee en die besluitneming oor beginsels en ontwerp (sien tabel 4.3) kan almal aanduidings van geldigheid wees. By beide die eerste en tweede aktiwiteite was die navorser verantwoordelik vir die versameling van data. Dit is gedoen deur 'n literatuuroorsig asook analise van notules en ander besluite. Daarna het besluitneming vanaf die navorser na die kundiges verskuif. Hierdie werkwyse was geldig deurdat objektiwiteit ingebou is deur data met behulp van verskillende benaderings met mekaar te vergelyk.

Die literatuur het drie elemente (inhoud en tydsindeling, beginsels en ontwerp) aangedui om uitsprake oor ontwerpbeginsels te maak. Hieronder word kort uitsprake oor elkeen gemaak om die geldigheid te bewys.

Die eerste uitspraak is oor **inhoud en tydsindeling** gemaak. Ná 'n literatuuroorsig is ontwerpbeskrywings geformuleer met inagneming van die jongste kennis, denke en praktyke ten opsigte van Wiskunde- en multigraadonderrig. Hierdie beginsels is deur 'n komitee (tabel 4.3) wat verteenwoordigend was van Wiskunde, multigraadonderrig en die skryf en uitgee van handboeke, verder uitgebou. Positiewe terugvoering hieroor kom ook van sewe vakkundiges (4.3.3). Die aanvanklike tydtoewysing van die inhoud is verander om by departementele voorskrifte aan te pas (Departement van Basiese Onderwys, 2011:35). Positiewe menings deur die vakkundiges vanuit die data dui op 'n tevredenheid met die inhoud en tydsindeling gesien in die lig daarvan dat dit voldoen aan voorskriftelike beleide van die owerhede.

Die beginsels wat geformuleer is, het die grootste denkverskuiwing vereis. Die tradisionele manier van onderwysergesentreerde onderrig met verduideliking deur die onderwysers en leerders wat daarna bladsye vol somme doen sonder kommunikasie, begrip en samewerking vereis nuwe denke. Hierdie nuwe denke is in die vorm van ontwerpbeginsels in die materiaal ingebou en sal ook in die klaskamerorganisasie inslag moet vind. Dit is veral groepering van leerders asook die pedagogiek wat aangepas sal moet word. Vakkundiges waarsku egter teen die negatiewe wat die afgelope aantal jare by onderwysers ten opsigte van vernuwing ontstaan het (sien 4.3.4.2). As opleiding en ondersteuning nie deeglik beplan en uitgevoer word nie, kan dit die implementering van nuwe denke en leermateriaal nadelig raak. Oorkoepelende positiewe kommentaar deur die vakkundiges dui op geldigheid.

Die **ontwerp** van die prototipe wiskundemateriaal is 'n uitvloeisel van ontwerpbeginsels soos geformuleer ná die literatuuroorsig. Dit is veral goeie praktyke in Colombia en Indië wat Wiskunde-uitslae in hulle multigraadskole verbeter het (sien 2.3.5). Hierdie praktyke het aan die ontwerp van die huidige studie rigting gegee. Vakkundiges was beïndruk met hierdie ontwerp (Bylae B, C en E) alhoewel hulle geen eerstehandse kennis of ervaring daarvan gehad het nie. Die vakkundiges verwys verder na die groot aantal leerders met leerprobleme in multigraadklasse wat nie op die tradisionele kurrikulum of materiaal kan vorder nie. Hierdie probleme moet deeglik tydens aanbevelings en toekomstige ontwikkelinge in gedagte gehou word.

Uit bostaande analise van 'n verskeidenheid data wat op verskillende metodes en met behulp van verskeie aktiwiteite versamel is, is beide positiewe asook negatiewe kommentaar gelewer. Die geldigheid van die ontwerpbeginsels is versterk deur die wetenskaplikheid van die navorsingsproses, vakkundiges betrokke asook toegang tot leergidse met formate wat reeds suksesvol bewys is. As gevolg van bogenoemde is aan die hand van formatiewe evaluering 'n

positiewe waarde-oordeel oor die geldigheid van die ontwerpbeginsels uitgespreek. Dit is 'n voorlopige uitspraak wat by verdere ontwikkelingsprosesse finaal bevestig moet word.

Navorsingsvraag 2: Vind die onderwysers die prototipe-leermateriaal vir Wiskunde in die intermediêre fase van 'n multigraadklas bruikbaar?

'n Oordeel moes gevel word of dit wat in die formaat van ontwerpbeginsels in hoofstuk twee beplan is, in die finale dokument sigbaar is. Ervaar die onderwyser, as die finale gebruiker, die prototipe-leermateriaal as maklik bruikbaar soos in die formaat van beginsels en ontwerpvoorstelle aan hulle voorgehou en kom dit in die finale dokument voor? Verder moet vrae gevra word oor die besondere omstandighede in multigraadklasse waar hierdie materiaal geïmplementeer moet word asook of die materiaal voldoen aan die vereistes van die owerhede van die Departement van Basiese Onderwys. Die laaste belangrike vraag rakende bruikbaarheid, was of die materiaal onderwysers se taak in die klaskamer gaan vergemaklik.

Bogenoemde kernvrae is in 'n vraelys (Bylaag D) geformuleer wat deur die onderwysers individueel beantwoord is. Aan die einde is 'n onderhoud met elke respondent gevoer om hulle verder uit te vra veral ten opsigte van die kriteria van bewustelikheid, versoenbaarheid en koste.

In 4.4.3.1 en 4.4.3.2 is 'n opsomming van respondente se positiewe kommentaar asook onsekerhede verskaf. Onderwysers was veral ingenome daarmee dat die prototipe-leermateriaal voldoen aan die vereistes van die owerhede en dat hulle met behulp van die leermateriaal meer tyd sou hê om aan swak leerders aandag te gee. Hulle het tot die slotsom gekom dat die materiaal meer voordele as nadele inhou en dat dit hulle werk sal verminder. Soos te wagte, was onderwysers baie skepties oor vernuwende aspekte as gevolg van hulle ervaringe met die implementering van verskeie nuwe kurrikulums die afgelope dekade. Die tradisionele wyse van onderrig van Wiskunde was steeds diep gevestig aangesien dit al was wat hulle geken het. Hulle het ook hulle gebrek aan selfvertroue tydens die aanbieding van Wiskunde erken en was onseker daarvoor of leerders net met die hulp van die materiaal sou kon voortgaan. Ten slotte het hulle geglo dat hulle met motivering en ondersteuning wel suksesvol kon wees.

Antwoorde op die vraag of die **materiaal** bevorderlik sou wees vir leerderprestasie en gehalteverbetering was positief. Onderwysers het veral gehou van die tydsindeling, leermomente, horisontale en vertikale progressie, assessering en nasien deur leerders self, toetse en antwoorde aangeheg, die roetekaart en ikone. Die gedagte van differensiasie deur leerders wat sukkel 'n laer graad se werk te laat doen en vinniger leerders 'n hoër graad se werk, het by almal byval gevind.

Wat **versoenbaarheid** betref, was onderwysers veral ingenome daarop dat die materiaal spesiaal vir multigraadklasse geskryf is sien (4.4.3.1). So ontvang hulle vir die eerste keer

materiaal wat versoenbaar is met hulle moeilike omstandighede in gemengde klasse. Dit veral was vir hulle baie motiverend van aard. Hulle eerste vraag was oor versoenbaarheid met die amptelike departementele beleid. Toe dié versekering gegee is, was almal baie positief en entoesiasies. Dat die materiaal vir elke graad volgens die voorskrifte van die kurrikulum geskryf is, het baie tevredenheid ontlok.

Wat **koste** betref, gaan dit nie net om finansies nie, maar ook wat dit van die onderwysers gaan verg ten opsigte van tyd, aanpassings en verandering. Hier het almal getuig dat die inhoud en uitleg van die materiaal vir hulle as onderwysers baie meer selfvertroue en tyd gaan gee. Hulle hou van die meer tyd tot hulle beskikking wat hulle toelaat om meer aandag aan stadiger leerders te gee.

Terugvoering na aanleiding van die empiriese data dui daarop dat die prototipe-materiaal vir Wiskunde deur onderwysers as bruikbaar beskou is. Dit was ook duidelik dat daar baie onduidelikhede en onsekerhede was wat met die nodige opleiding en implementering in die klaskamer die hoof gebied kon word. Die prototipe-materiaal is dus beskou as bruikbaar vir implementering.

– **Persoonlike waarde-oordeel**

Dit was veral die betrokkenheid van so 'n groot groep kundige, verteenwoordigend van 'n verskeidenheid dissiplines, soos praktisyns, vakkundiges, kurrikulumontwerpers, navorsers en amptenare wat die studie positief beïnvloed het. Wat 'n groot bekommernis is, is dat daar 'n massa data versamel en beskikbaar gestel is waarna nooit in hierdie opsommende studie verwys is nie. Al die beplanning, notules, dokumente, aantekeninge en dat veral die finale produk (prototipe-wiskundemateriaal) nie werklik in hierdie studie beskikbaar gestel kon word nie. Voorbeelde kon nie aangeheg word nie as gevolg van beperkte ruimte. Die probleem is dat 'n klomp belangrike inligting verlore gaan wanneer keuses gemaak moet word oor wat gebruik en wat uitgelos word. Melding is nooit gemaak van die deeglike beplanning, die skryfproses en die uitleg van die boek nie. Beperkte fondse was 'n groot probleem. Dit is veral hierdie verskuilde bewyse wat verdere bewyse oor die ontwerp en die bruikbaarheid van die materiaal kon verskaf.

Die grootste probleem bly egter wat hierna met die materiaal gaan gebeur. Dit word genoem in die lig daarvan dat die SMGO nie meer bestaan nie en dat daar steeds nie aan die eiesoortige omstandighede en behoeftes van Wiskunde in multigraadonderrig erkenning gegee word nie. Hierdie saak word onder 5.8 verder bespreek.

5.8 Aanbevelings

Soos hierbo aangedui, is die groot bekommernis wat nou met die versamelde data, produkte en potensiaal van hierdie materiaal gedoen gaan word. Die belangrikste aanbeveling het dus betrekking op 'n verdere intervensie met die bestaande data asook die prototipe-materiaal, implementering en disseminering daarvan. Enkele aanbevelings hieroor is:

1. Beplan 'n **intervensie waar alle rolspelers** betrokke is, naamlik navorsers, 'n uitgewery (papier en elektronies), amptenare, wiskundiges, kundiges oor multigraadonderrig en veral multigraadonderwysers.
2. Stel 'n **ervare projekteier** aan om die intervensie te bestuur aan die hand van 'n goedgekeurde projekplan met duidelike uitkomstes en verantwoordbaarheid.
3. Kry 'n **kundige en toegewyde doktorale student** om 'n **ontwerpnavorsingstudie** gelyklopend met die intervensie te onderneem. Die projekteier en student behoort aan die hand van die verloop van die navorsingsproses die intervensie te bestuur en te ontwikkel.
4. Bepaal, met hierdie studie as basis, eerstens **ontwerpbeginsels** wat die toekomstige prototipes siklies ontwikkel totdat die ontwerpbeginsels realiseer. Enkele elemente waaraan aandag gegee kan word, is:
 - Neem bestaande beginsels, ontwerp en prototipe-materiaal as uitgangspunt aangesien die geldigheid en bruikbaarheid nie bevraagteken word nie (soos in hierdie studie bewys).
 - Die volgende beginsels kan oorweeg word vir toekomstige ontwikkeling: bemeesteringsleer, leer teen eie tempo, portuurleer en interaksie. Dit is beginsels waarvolgens die tans baie suksesvolle internasionale materiaal vir Wiskunde van die Khan Academy ontwikkel is.
 - Bestudeer breinnavorsing om die implikasies daarvan vir die ontwerp en materiaal te bepaal.
5. Hou vernuwende tendense in Wiskundemateriaal oor die afgelope paar jaar in gedagte. Hier word veral gedink aan die invloed van inligting- en kommunikasietegnologie. Besin reeds nou oor addisionele materiaal soos onderwysersgidse en bronne vir leerders met spesiale behoeftes.
6. Besin oor die opleiding van onderwysers asook verdere professionele ontwikkeling. Oorweeg die moontlikheid om professionele skoling en voortgesette opleiding aan die hand van die materiaal doen.

5.9 Slot

Multigraadonderrig is as studieterrein wat reeds goed verken is. Goeie navorsing is gedoen en vele intervensies uitgevoer. Verskeie konferensies is daarvoor gehou en publikasies en nagraadse studies het reeds verskeie probleme onder die loep geneem. 'n Groot poel kundiges is oor die afgelope dekade ontwikkel. Verskeie goeie praktyke bestaan en word daaglik internasionaal verder ontwikkel.

Om iets in die onderwys te verander, is baie moeilik. Verandering moet begin by die manier van onderrig en leer in die klaskamer. Die tradisionele onderwysergerigte benadering is deur die tye so vasgelê (gefossileer) en deur amptenare en skrywers in stand gehou omdat dit die enigste werkswyse is wat hulle ervaar en toegepas het. Verskeie bronne verwys na die posisie van beheer van 'n monograadstelsel, die opleiding, kurrikulum, bronne en evaluering wat tans deur die owerhede as die norm gebruik en voorgehou word. Hierdie benadering is nie versoenbaar met 'n komplekse multigraadsituasie nie. Jare lank reeds probeer die meeste onderwysers in hierdie klasse die grade afsonderlik, soos in 'n monograadklaskamer, onderrig. Dit lei tot groot frustrasie en min leer vind by leerders plaas as gevolg van beperkte tyd en aandag. 'n Sprekende voorbeeld hiervan is die wyse van aanbidding van Wiskunde in hierdie skole. Baie swak uitslae is die gevolg daarvan.

Suksesvolle praktyke het tot die ontwerp en skryf van prototipe-materiaal vir Wiskunde gelei wat vernuwende denke en praktyke vasvang. Hierdie leerdergesentreerde, selfgerigte en ondersteunende materiaal is in hierdie studie aan die hand van verskeie kriteria geëvalueer. Aan die einde kan gerapporteer word dat die ontwerpbeginsels as geldig bevind en die prototipe-materiaal as bruikbaar beoordeel is. Terselfdertyd moet ook gemeld word dat die noodsaaklike proses van verdere ontwikkeling nie behoorlik kan plaasvind sonder dat hierdie eerste prototipe siklus verder ontwikkel en formatief geëvalueer word nie. Ontwikkeling van breinnavorsing asook die geweldige potensiaal van die elektroniese media om individuele leer te laat plaasvind, kan in die nabye toekoms tot verdere oplossings lei.

BRONNELYS

- Alexander, R. 2008. *Education for all, the quality imperative and the problem of pedagogy creative pathways to access*. Research monograph no. 20. London: Institute of Education, University of London.
- Altbach, P.G. & Kelly, G.P. (eds). 1978. *Education and colonialism*. New York: Longman.
- Anderson, J.R., Reder, L.M. & Simon, H. 1998. Radical constructivism and cognitive psychology. In Ravitch, D. (ed). *Brookings papers on education policy*. Washington, DC: Brookings Institute Press: 227-278.
- Australia. Department of Communications, Information Technology and the Arts. 2004. *Building mathematical understanding in the classroom: a constructivist teaching approach*. Canberra.
- Ausubel, D. 1986. *Education psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Barber, M. & Mourshed, M. 2007. *How the world's best-performing school systems come out on top*. London: McKinsey.
- Benjamin, S. 1984. *Bloom's taxonomy of educational objectives*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Berg, B.L. 2001. *Qualitative research methods for the social sciences*. 4th ed. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Berry, C. 2007. Learning opportunities for all: pedagogy in multigrade and monograde classrooms in the Turks and Caicos islands. In Little, A.W. (ed). *Education for all and multigrade teaching: challenges and opportunities*. Amsterdam: Springer: 27-46.
- Berry, C. & Little, A. 2007. Multigrade teaching in London, England. In Little, A.W. (ed). *Education for all and multigrade teaching: challenges and opportunities*. Amsterdam: Springer: 67-85.
- Beukes, F.C.G. 2006. Managing the effects of multi-grade teaching in learner performance in Namibia. Unpublished MEd thesis, University of Johannesburg, Johannesburg.
- Biavashi, C. 2012. The labor demand was downward sloping: disentangling migrants' inflows and outflows, 1929-1957. *Economics Letters*, 118(3):531-534.
- Blum, N. & Diwan, R. 2007. *Small multigrade schools and increasing access to primary education in India: national context and NGO initiatives*. London: CREATE.
- Bogdan, R.C. & Biklen, S.K. 1992. *Qualitative research for education: an introduction to theory and methods*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Boonzaaier, P.J.V. 2008. Multi-grade rural schools intervention in the West Coast Winelands EMDC: a case study. Unpublished PhD thesis, Cape Peninsula University of Technology, Wellington.
- Bowman, B. 2002. Teaching young children well: implication for 21st century educational policies. 1(1). <http://www.urbanedjournal.org> [12 Februarie 2013].
- Brown, J.D. 1996. *Testing in language programs*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Regents.
- Bruning, R.H., Schraw, G.J., Norby, M.M. & Ronning, R.R. 2004. *Cognitive psychology and instruction*. 4th ed. Columbus, OH: Merrill.
- Bybee, R., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson, J., Westbrook, A. & Landes, N. 2006. *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Caine, R.N. & Caine, G. 1991. *Making connections: teaching and the human brain*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley.
- Carl, J.A. 2009. *Teacher empowerment through curriculum development*. Lansdowne: Juta.
- Case, R. 1985. *Intellectual development: birth to adulthood*. Toronto: Harcourt Brace Jovanovich.
- Center for Education Innovations. 2013. Results for development. <http://www.educationinnovations.org/program/escuenueva>. [10 Maart 2013]

- Center for Higher Education Transformation. Comments on the CHE's: The State of Higher Education Report. Cloete, N. 2009. Wynberg. COMPRESS.
- Centre for Multigrade Education. 2012. Baseline report on multi-grade education in South-Afrika. 2009–2012. Wellington: Centre for Multigrade Education, Cape Peninsula University of Technology.
- Clements, D.H., Sarama, J. & DiBiase, A. 2004. *Engaging young children in mathematics: standards for early childhood mathematics education*. London: Lawrence Erlbaum.
- Cloete, N. (ed). 2009. *Determining the scope of the problem and developing a capacity-building model*. Wynberg: COMPRESS.
- CME *see* Centre for Multigrade Education. Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. 2006. *Research methods in education*. London: Routledge Falmer.
- Colbert de Arboleda, C.V. 2010. Fundación Escuela Nueva. Paper delivered at the 2010 Southern African Multigrade Education Conference, Wellington, 22–24 March 2010.
- Collings, A. 1989. *Toward a design science of education*. Technical report issue no. 1, Center for Technology in Education. New York, NY: Resources in Education (ERIC) ED 326179.
- Combrinck, M. 2011. Curriculum visions for a multigrade pedagogy. *South African Rural Educator*, 1:16–29.
- Consortium for Research on Education, Access, Transitions & Equity. 2008. *Increasing access through multigrade teaching and learning*. Policy brief no. 5: Sussex: CREATE.
- Costanza, B. 2012. Youth Unemployment and Vocational Training, South Africa. EconPapers. <http://ftp.iza.org/dp6890.pdf> [17 October 2014].
- Cooper, H. 1984. *The integrative research review: a systemic approach*. Beverley Hills, CA: Sage.
- Copple, C., Neuman, S.B. & Bredenkamp, S. 2000. *Learning to read and write: developmentally appropriate practice for children*. Washington, DC: NAEYC.
- CREATE *see* Consortium for Research on Education, Access, Transitions & Equity.
- Creswell, J.W. 1998. *Qualitative inquiry and research design: choosing among five traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J.W. 2003. *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J.W. 2009. *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 3rd ed. Angeles, CA: Sage.
- Dalton, P. 2008. An investigation of instruction in two-digit addition and subtraction using a classroom teaching experiment methodology, design research and multilevel modeling. Unpublished PhD dissertation, Southern Cross University, East Lismore.
- DBE *see* South Africa. Department of Basic Education.
- DBO *see* Suid-Afrika. Departement van Basiese Onderwys.
- De Corte, E. 2000. Marrying theory building and the improvement of school practice: a permanent challenge for instructional psychology. *Learning and Instruction*, 10(3)249–266.
- De Feiter, L., Vonk, H. & Van den Akker, J. 1995. *Towards more effective science teacher development in southern Africa*. Amsterdam: VU University Press.
- Denscomb, M. 2007. *The good research guide for small-scale social research projects*. Maidenhead: Open University Press.
- De Vos, A.S., Strydom, H. & Fouché, C.B. & Delport, C.S.L. 2009. *Research at grassroots*. Pretoria. Van Schaik.
- DoE *see* South Africa. Department of Education.

- Doyle, W. & Ponder, G.A. 1977. The practicality ethic in teacher decision making. *Interchange*, 8(3):1-12.
- Drew, W. & Rosenthal, R. 2003. Quantifying construct validity: two simple measures. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(3):608-618.
- Education Policy Consortium. 2011. *Research report: teaching literacy and numeracy in multigrade classes in rural and farm schools in South Africa*. Johannesburg: Centre for Education Policy Development & Centre for Education Rights & Transformation.
- Fairhurst, G., Gibbs, W., Jain, P., Khatete, D., Knamillar, G., Welford, G. & Weigard, P. 1999. The effectiveness of teacher resource centre strategy. *Education Research Paper*, 34:257-280.
- Fleisch, B. 2008. *Primary education in crisis: why South African schoolchildren underachieve in reading and mathematics*. Cape Town: Juta.
- Forehand, M. 2012. *Bloom's taxonomy*.
http://projects.coe.uga.edu/epltt/index.php?title=Bloom%27s_Taxonomy [10 February 2012].
- Foy, P., Martin, M. & Mullis, I. 2010. *The limits of measurement: problems with estimating reading achievement in PIRLS 2006 for low-performing countries*. Boston, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Freudenthal, H. 1973. *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: Reidel.
- Fuchs, L.S., Fuchs, D., Prentice, K., Burch, M., Hamlett, C.L., Owen, R. & Schroeter, K. 2003. Enhancing third-grade students' mathematical problem solving with self-regulated learning strategies. *Journal of Educational Psychology*, 95(2):306-315.
- Fusen, K.C., Smith, S.T. & Lo Cicero, R. 2004. Supporting Latino first graders' ten-structured thinking in urban classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28:738-760.
- Gasperini, L. 2003. *Education for rural people: a crucial factor for sustainable development*. Rome: FAO/UNESCO.
- Ginsburg, H.P. & Golbeck, S.L. 2004. Thoughts on the future of research on mathematics and science learning and education. *Educational Psychology*, 19(1):190-200.
- Glenn Commission. 2000. *Before it's too late: a report to the nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century*. Washington, DC: US Department of Education.
- Gomes, J.L. 2007. Die ontwikkeling van kriteria waarmee Sosiale Wetenskappe-onderrigmateriaal (graad sewe) opgestel kan word om te verseker dat selfgerigte leer bevorder word. Ongepubliseerde MEd-tesis, Kaapse Skiereiland Universiteit van Tegnologie, Wellington.
- Hargreaves, E. 2001. Assessment for learning in the multigrade classroom. *International Journal of Educational Development*, 21(6):553-560.
- Henning, E. 2009. *Finding your way in qualitative research*. Pretoria. Van Schaik.
- Hooghoff, H. & Joubert, J. (eds). 2010. *Multigrade education re-valued. Proceedings of the Southern African Multigrade Education Conference 2010*. Enschede: SLO.
- Howie, S. 1996. English language proficiency and contextual factors influencing mathematics achievement of secondary school pupils in South Africa. Unpublished PhD dissertation, University of Twente, Enschede.
- Hung, D.W. 1999. Activity, apprenticeship, and epistemological appropriation: implications from the writing of Michael Polanyi. *Educational Psychologist*, 34:193-205.
- Hungi, N., Makuwa, D., Ross, K., Saito, M., Dolata, S. & Cappelle, F.V. 2010. *SACMEQIII project result: pupil achievement levels in reading and mathematics*. Working document no. 1. Paris: SACMEQ.

- Hunter, M. 1984. Knowing, teaching, and supervising. In Hosford, P. (ed). *Using what we know about teaching*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development: 169–192.
- Jones, M.G. & Bada, A. 2002. The impact of constructivism on education: language, discourse, and meaning. *American Communication Journal*, 5(3):1–9.
- Jordaan, V. & Joubert, J. 2008. Training of teachers in poor rural areas through a multigrade intervention to achieve development goals: our experience of using ODL as a tool for building capacity and what lesson can be learned? Paper presented at the Fifth Pan-Commonwealth Forum on Open Learning: Access to Learning for Development, London, 13–17 July 2008.
- Joubert, J. 2010. Multi-grade schools in South Africa: overview of a baseline study conducted in 2009 by the Centre for Multi-grade Education. Paper presented at the conference of multigrade education, Cape Peninsula University of Technology, Paarl, 22-24 Maart 2010.
- Joubert, J. 2013. Onderhoud met Direkteur van Sentrum vir Multigraadopvoeding op 13 April 2013, Wellington.
- Kanselaar, G. 2002. *Construction and socio-construction*. <http://edu.fss.uu.nl/medewerkers/gk/files/constructivism-gk.pdf>. [23 Julie 2012].
- Kay, J. & Yeo, D. 2003. *Dyslexia and maths*. London: David Fulton.
- Kelly, A.E., Lesh, R.A. & Baek, J.Y. 2008. *Handbook of design research methods in education*. New York: Routledge.
- Kilpatrick, J., Swafford, J. & Findell, B. (eds). 2001. *Adding it up: helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Klein, A.S. 1998. *Flexibilization of mental arithmetic strategies on a different knowledge base: the empty number line in a realistic versus gradual program design*. Den Haag: CIP-gegevens Koninklijke Bibliotheek.
- Knowles, M.S. 1975. *Self-directed learning: a guide for learners and teachers*. St Louis, NJ: Globe Fearon Parsippany.
- Lampert, M. & Ball, D.L. 1998. *Teaching, multimedia, and mathematics: investigations of real practice*. New York: Teachers College Press.
- Lave, J. & Wenger, E. 1991. *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Learning Guides. Escuela Nueva – EscuelaActiva. What are the learning guides? Manual for teachers. Unit 1 Guide 3. Pages 4 – 5. ISBN 978-958-8299-27-3.
- Le Cornu, R., Peters, J. & Collins, J. 2003. What are the characteristics of constructivist learning cultures? Paper presented at the British Educational Research Association, University of South Australia Division of Education, 11–13 September 2003.
- Leedy, P.D. & Ormrod, J.E. 2010. *Practical research: planning and design*. Boston, MA: Pearson Education International.
- Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. 1985. *Naturalistic inquiry*. Beverley Hills, CA: Sage.
- Little, A.W. 2006. Learning and teaching in multigrade settings. Paper prepared for the UNESCO 2005 EFA Monitoring Report, Paris, UNESCO.
- Little, A.W. (ed). 2007. *Education for all and multigrade teaching*. Dordrecht: Springer.
- Locke, R., Qin, F. & Brause, A. 2007. Does monitoring improve labor standards? *Industrial and Labor Relations Review*, 61(3):3–31.
- Loewenberg, D. 1988. Knowledge and reasoning in mathematical pedagogy: examining what prospective teachers bring to teacher education. Unpublished PhD thesis, State of Michigan University. Michigan.

- Lombardi, M.J. & Rabays, I.V. 2011. *Do financial investors destabilize the oil price?* Working paper series no. 1346. London: European Central Bank.
- Manitoba Education. 2013. *Kindergarden to grade 8 Mathematics*. Manitoba Curriculum Framework of Outcomes. Manitoba.
- Marshall, C. & Rossman, G.B. 2006. *Designing qualitative research*. 4th ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Marzano, R.J. 2007. *The art and science of teaching: a comprehensive framework for effective instruction*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mbelle, N. 2004. Forgotten schools. *Human Rights Watch*, 16(7):1–59.
- McCaslin, M. & Hickey, D.T. 2001. Self-regulated learning and academic achievement: a Vygotskian view. In Zimmerman, B & Schunk, D (eds). *Self-regulated learning and academic achievement: theoretical perspectives*. 2nd ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum: 227–252.
- McClellan, E. & Kinsey, S.J. 2007. *Children's social behavior in relation to participation in mixed-age or same-age classrooms*. Champaign, IL: Children's Research Center, College of Education Early Childhood and Parenting Collaborative, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- McKenney, S.E. 2001. *Computer-based support for science education materials developers in Africa: exploring potentials*. Enschede: PrintPartnersIpskamp.
- McKenney, S.E. & Reeves, T.C. 2012. *Conducting educational design research*. London: Routledge.
- McKenney, S.E. & Reeves, T.C. 2013. Electronic performance support for curriculum materials developers: a design research project in sub-Saharan Africa. In Plomp, T. & Nieveen, N. (eds). *Educational design research – part A: An introduction*. Enschede: SLO: 97-100.
http://www.edu.gov.mb.ca/k12/cur/math/framework_k-8_rev2013/document.pdf [24 Junie 2014]
- Miles, M.B. & Huberman, A.M. 1994. *Qualitative data analysis: an expanded source book*. London: Sage.
- Miller, B.A. 1991. A review of the qualitative research on multigrade teaching. *In Reaching our potential: rural education in the 90's*, 23(4):501–514.
- Morgan, D.L. 2007. *Paradigms lost and pragmatism regained*. Portland, OR: Sage.
- Mullis, I., Martin, M., Foy, P. & Arora, A. 2012. *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill, PA: TIMSS & PIRLS International Study Centre and IEA.
- Mulryan-Kyne, C. 2004. *Teaching and learning in multigrade classrooms: what teachers say*. The Irish journal of education. 35:5–19.
- Nelson, T.O. 1996. Consciousness and metacognition. *American Psychologist*, 51:102–116.
- Nieveen, N.M. 1997. Computer support for curriculum developers: a study on the potential of computer support in the domain of formative curriculum evaluation. Unpublished PhD dissertation, University of Twente, Enschede.
- Nieveen, N.M. 2009. Formative evaluation in educational design research. In Plomp, T. & Nieveen, N. (eds). *An introduction to educational design research*. Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University, Shanghai, 23–26 November 2009. Enschede: SLO: 89–102.
- Nieveen, N.M. 2013. Improving curriculum developers' formative evaluation through an electronic performance support system. In Plomp, T. & Nieveen, N. (eds). *Educational design research – part A: An introduction*. Enschede: SLO: 1101-1123.
<http://international.slo.nl/bestanden/Ch51.pdf>. [28 Januarie 2014].
- Nieveen, N.M., McKenney, S. & Van den Akker, J. 2006. Educational design research: the value of variety. In Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (eds). *Educational design research*. London: Routledge: 229–240.

- NSES: Taylor, N. 2007. *Uncovering indicators of effective school management in South Africa using the National School Effectiveness Study*. Stellenbosch Economic Working Papers, 10/11. Stellenbosch: Department of Economics and the Bureau for Economic Research, Stellenbosch University.
- Odendaal, F.F. (Hoofred). 1994. *HAT: verklarende handwoordeboek van die Afrikaanse taal*. Midrand: Perskor.
- Oliver, R. 2000. *When teaching meets learning: design principles and strategies for web-based learning environments that support knowledge construction*. Pennsylvania: ASCILITE.
- O'Sullivan, E. 2003. Bringing a perspective of transformative learning to globalized consumption. *International Journal of Consumer Studies*, 27(4):220–330.
- Oswald, D.F. 2003. Instructional-design theory for fostering self-directed learning. Unpublished PhD dissertation, Indiana University, Indiana.
- Ottevanger, W. 2001. Teacher support materials as a catalyst for science curriculum implementation in Namibia. Unpublished doctoral dissertation, University of Twente, Enschede.
- Padmanabha Rao, Y.A. & Rama, A. 2010. *Redesigning the elementary school – multilevel perspectives from River*. Proceedings of the South African Multigrade Education Conference 2010. Wellington: Centre for Multi-grade Education.
- Patton, J. 1982. *Practical evaluation*. Beverly Hills, CA. Sage.
- Pavan, B.N. 1992. The benefits of non-graded schools. *Educational Leadership*, 50(2):22–25.
- Peninsula University of Technology. 2010. *Proceedings of the South African Multi-grade Education Conference 2010*. Wellington: Centre for Multi-grade Education.
- Peters, J., Le Cornu, R. & Collins, J. 2003. *Constructing relationships for learning*. <http://www.sacsa.sa.edu.au/splash.asp> [14 January 2012].
- Plomp, T. & Nieveen, N. (eds). 2009. *An introduction to educational design research*. 3rd ed. Enschede: Netzdruk.
- Plomp, T. & Nieveen, N. (eds). 2013. *Educational design research – part A: An introduction*. Enschede: SLO. [http://international.slo.nl/bestanden/Introduction Part B.pdf](http://international.slo.nl/bestanden/Introduction%20Part%20B.pdf). [26 Januarie 2014]
- Plomp, T. & Van den Akker, J. 1993. Development research in curriculum: propositions and experiences. Paper presented at the AERA meeting, Atlanta, GA, 14 June 1993.
- Pridmore, P. 2007. Adapting the primary-school curriculum for multigrade classes in developing countries: a five-step plan and an agenda for change. *Journal of Curriculum Studies*, 39(5):559–576. <http://eprints.ioe.ac.uk/id/eprint/3749> [4 Mei 2010].
- Reynolds, D., Teddlie, C., Stringfield, E. & Creemers, B. 2002. *World class schools: international perspectives on school effectiveness*. London: Routledge Falmer.
- Rishi Valley Education Centre. 2014. Vision of Education. http://www.rishivalley.org/study_centre/overview.htm [16 October 2014].
- Romber, T. 1998. Exploring children's data modeling. *Cognition and Instruction*, 14(1):69–108.
- Roodt, G. & Janse van Rensburg, K. 2003. The perceptions of employment equity and black economy empowerment as predictors of organisation-related commitment. *SA Journal of Human Resource Management*, 3(3):94–60.
- Rossman, G.B. & Rallis, S.F. 1998. *Learning in the field: an introduction to qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Roth, W.M. & Bowen, G.M. 1995. Knowing and interacting: a study of culture, practices, and resources in a grade 8 open-inquiry science guided by an apprenticeship metaphor. *Cognition and Instruction*, 13:73–128.

- Samuel, J. 2005. A note from Madiba. In Human Sciences Research Council, Nelson Mandela Foundation, Education Policy Consortium (South Africa). *Emerging voices: A report on education in South African rural communities*. Cape Town: HSRC Press: 132-141.
- Scherer, M. (ed.). 2007. Educational leadership: making math count. *Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)*, 65(3): 44-47.
- Schiefelbein, E. 1991. *Redefining basic education for Latin America: lessons to be learned from the Colombian Escuela Nueva*. Paris: UNESCO.
- Schifter, D. & Simon, A.S. 1992. Assessing teacher's development of a constructivist view of mathematics learning. *Teaching and Teacher Education*, 8(2):187-197.
- Shabalala, J. 2005. *The SACMEQ II Project in Swaziland: a study of the conditions of schooling and the quality of education*. <http://www.sacmeq.org/education-swaziland.htm> [13 Januarie 2014].
- Shuell, T.J. 1996. Teaching and learning in a classroom context. In Berliner, D. & Calfee, R. (eds). *Handbook of educational psychology*. New York: Macmillan: 726-764.
- Slavin, R.E. 1995. *Cooperative learning*. 2nd ed. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- SLO. 2008. *Leermiddelenmonitor 08/09* [Survey on the use of educational materials 2008/2009]. Enschede.
- South Africa. Department of Basic Education. 2008. *Reviews of National Policies for Education*. Pretoria: Government Printer.
- South Africa. Department of Basic Education. 2009. *Report of the task team for the review of the implementation of the National Curriculum Statement*. Pretoria: Government Printer.
- South Africa. Department of Education. 2005. *Report of the Ministerial Committee on Rural Education: a new vision for rural schooling*. Pretoria: Government Printer.
- South Africa. Western Cape Department of Education. 2013. *Report on the annual national assessments*. <http://wced.pgwc.gov.za/documents/AnnualNationalAssesment/AnnualNationalAssesment2012.pdf>[15 October 2014].
- Spaull, N. 2011. *A preliminary analysis of SACMEQ III South Africa*. Stellenbosch Economic Working Papers. South-Africa. SACMEQ.
- Starkey, P. (ed). 1999. Environmental supports for your children in mathematical development in China and the United States. Paper presented at the meeting of the Society for Research in Child Development, Albuquerque, NM, 12 April 1999.
- Starkey, P. & Klein, A. 1992. Economic and cultural influence on early mathematical development. In Parker, F.L. (ed.). *New directions in child and family research: shaping head start in the 90's*. New York: National Council of Jewish Women: 116-122.
- Suid-Afrika. Departement van Basiese Onderwys. 2011a. *Kurrikulum en Assesseringsbeleid*. Pretoria: Staatsdrukkery.
- Suid-Afrika. Departement van Basiese Onderwys. 2011b. *Nasionale Kurrikulumverklaring (NKV)*. Kaapstad: Staatsdrukkery.
- Suid-Afrika. Departement van Basiese Onderwys. 2012. *Kurrikulum- en assesseringsverklarings: nasionale protokol vir assessering, graad R-12*. Pretoria: Staatsdrukkery.
- Suid-Afrika. Departement van Onderwys. 2008. *Kurrikulum- en assesseringsverklarings: nasionale protokol vir assessering, graad 3 en 6*. Pretoria: Staatsdrukkery.
- Suid-Afrika. Wes-Kaapse Onderwysdepartement. 2006. *WKOD geletterdheid en syferkundigheidstrategie 2006-2016*. Kaapstad: Staatsdrukkery.
- Suyono, H. 1996. The gifted children: human resources development to meet the twenty first century. In Munander, U. & Semiawan, C. (eds). *Optimizing excellence in human resource*

development. Proceedings of the fourth Asia-Pacific Conference on Giftedness, Jakarta, 4–8 August 1996. Jakarta: University of Indonesia Press: 71–77.

Taylor, N., Fleisch, B. & Shindler, J. 2008. *Changes in education science*. A paper commissioned by the Presidency as an input into the fifteen year review process: Pretoria: Joint Education Trust.

Taylor, N. & Moyane, J. 2004. *Khanyisa Education Support Programme: Baseline Study Part 1: Communities, schools and classrooms' memorandum*, April 2005:38–41.

Taylor, T. & Vinjevoold, P. (eds). 1999. *Getting learning right*. Pretoria: Joint Education Trust.

The World Bank. 2014. Nanational Bank for Reconstruction and Development. <http://search.worldbank.org/search.avg.com/route/4cc7107dv> [11 October 2014].

The World Bank Sub-Saharan Africa. 2013. *Working for a world free of poverty*. <http://go.worldbank.org/0G2FDLZCB0> [11 October 2014].

Thijs, A. & Van Den Akker, J. (eds). 2009. *Curriculum in development*. Enschede: SLO.

Tomlinson, C.A. 2014. *The differentiated classroom. Responding to the needs of all learners*. 2nd ed. Alexandria: ASCD.

Treffers, A. 1987. *Three dimensions: a model of goal and theory description in mathematics education*. Dordrecht: Reidel.

Tshoshanov, M. 2013. *Engineering of learning: conceptualizing e-didactics*. www.iite.unesco.org [12 Januarie 2012].

UNESCO see United Nations Educational Scientific and Cultural Organization.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. 2004. *Educating rural people: a low priority*. Paris: UNESCO.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. 2010. *Global Monitoring Report – Summary of Consultation 2010. Reaching and teaching the most marginalized*. Concept note for the 2010 Global Monitoring Report.

University of Twente. 2007. *Educational design research*. <http://www.fi.uu.nl/pulicaties/literatuur/Educational> [25 February 2011].

US Department of Education in Washington. N.d. *Copyright policy*. 2007. http://www.k&accesscenter.org/training_resources/LearingStrategies_Mathematiccs.asp [4 Maart 2011]

Van den Akker, J. 1999. Principles and methods of development research. In Van den Akker, J., Branch, B., Gustafson, K., Nieveen, N. & Plomp, T. (eds). *Design approaches and tools in education and training*. Dordrecht: Kluwer Academic, 1–15.

Van den Akker, J. 2009. Curriculum design research. In Plomp, T. & Nieveen, N. (eds). *An introduction to educational design research*. Enschede: SLO: 37–51.

Van den Heuvel-Panhuizen, M. (ed). 2001. *Children learn mathematics. A learning-teaching trajectory with intermediate attainment targets for calculation with whole numbers in primary school*. Groningen: Wolters-Noordhoff.

Van den Heuvel-Panhuizen, M. & Buys, K. 2004. *Jonge kinderen leren meten en meetkunde: tussendoelen annex leerlijnen onderbouw basisschool*. Groningen: Wolters-Noordhoff.

Van der Merwe, R. 2012. Die invloed van teken op die ontwikkeling van skryfvaardighede van graad R-leerders in 'n landelike multigraadskool. Ongepubliseerde MEd-proefskrif, Kaapse Skiereiland Universiteit van Tegnologie, Wellington.

Van der Walle, J.A. 2006. *Elementary and middle school mathematics: teaching developmentally*. 4th ed). Boston: Longman.

Van der Walle, J.A. & Lovin, L.H. 2000. *Teaching student-centered mathematics* (Volume 1). Boston, MA: Pearson Education.

Verklarende Afrikaanse woordeboek. 7^{de} uitg. 1980. Goodwood: Van Schaik.

Veenman, S. & Raemaekers, J. 1995. Long term effects of a staff development program on effective instruction and classroom management for teachers in multi-grade classes. Proceedings of the European conference of research on learning and instruction, Nijmegen, University of Nijmegen, 26–31 August.

African Institute of Translators, Bloemfontein

Venter, N. 2011. "Just tell us how!" *South African Rural Educator*, 1, December:45–55.

Vinjevold, P & Shindler, J. 1997. *Teaching in multi-grade classes: a literature survey for the President's Education Initiative*. Johannesburg: Joint Education Trust.

Von Glasersfeld, E. 1983. *Learning as a constructive activity*. Proceedings of Fifth Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 1. Montreal: PME-NA.

Vygotsky, L.S. 1930. *Mind and society*. Cambridge: Harvard University Press.

Weiss, C.H. 1972. *Evaluation research: methods for assessing program effectiveness*. Michigan, NJ: Prentice-Hall.

Windschitl, M. 2002. Framing constructivism in practice as the negotiation of dilemmas: an analysis of the conceptual, pedagogical, cultural, and political challenges facing teachers. *Review of Educational Research*, 72:131–175.

WKOD *see* Suid-Afrika. Wes-Kaapse Onderwysdepartement.

Wong, Q.T., Wong, N.Y., Lam, C.C. & Zhang, Q.P. 2009. Beliefs about mathematics and effective teaching among elementary mathematics teachers in Hong Kong. In Cai, J., Kaiser, G., Perry, B. & Wong, N.Y. (eds). *Effective mathematics teaching from teachers' perspectives: National and cross-national studies*. Rotterdam: Sense: 217–234.

Woolfolks, A., Hughes, M. & Walkup, V. 2008. *Psychology in education*. Essex: Pearson Education.

Zimmerman, B.J. 2002. Becoming a self-regulated learner: an overview. *Theory into Practice*, 41:64–70.

BYLAAG A
Toestemming om navorsing in die skole te onderneem

DIREKTORAAT: NAVORSING
Audrey.wyngaard2@pgwc.gov.za
tel.: +27 21 467 9272 faks: 0865902282
Privaatsak x9114, Kaapstad 8000

Bylaag D: Toestemming om navorsing in die skole te onderneem

wced.wcape.gov.za

VERWYSING: 20130408-9071
NAVRAE: Dr A.T Wyngaard
Mev Annemarie Duvenhage
Posbus 131
Riebeeck-Wes
7306

Beste Mev Annemarie Duvenhage

NAVORSINGSTITEL: WISKUNDE MATERIAAL VIR MULTIGRAADONDERRIG

U aansoek om bogenoemde navorsing in skole in die Wes-Kaap te onderneem, is toegestaan onderhewig aan die volgende voorwaardes:

1. Prinsipale, opvoeders en leerders is onder geen verpligting om u in u ondersoek by te staan nie.
2. Prinsipale, opvoeders, leerders en skole mag nie op enige manier herkenbaar wees uit die uitslag van die ondersoek nie.
3. U moet al die reëlings met betrekking tot u ondersoek self tref.
4. Opvoeders se programme mag nie onderbreek word nie.
5. Die ondersoek moet onderneem word vanaf **02 Mei 2013 tot 20 September 2013**.
6. Geen navorsing mag gedurende die vierde kwartaal onderneem word nie omdat skole leerders op die eksamen (Oktober tot Desember) voorberei.
7. Indien u die tydperk van u ondersoek wil verleng, moet u asb met **Dr A.T. Wyngaard** in verbinding tree by die nommer soos hierbo aangedui, en die verwysingsnommer aanhaal.
8. 'n Fotostaat van hierdie brief sal oorhandig word aan die prinsipaal van die inrigting waar die beoogde navorsing sal plaasvind.
9. U navorsing sal beperk wees tot die lys van skole soos wat by die Wes-Kaap Onderwysdepartement ingedien is.
10. 'n Kort opsomming van die inhoud, bevindinge en aanbevelings van u navorsing moet voorsien word aan die Direkteur: Onderwysnavorsing.
11. 'n Afskrif van die voltooide navorsingsdokument moet ingedien word by:

Die Direkteur: Navorsingsdienste
Wes-Kaap Onderwysdepartement
Privaatsak X9114
KAAPSTAD
8000

Ons wens u sukses toe met u navorsing.

Die uwe

Geteken: Dr Audrey T Wyngaard

Direktoraat: Navorsing

DATUM: 08 April 2013

BYLAAG B

Voorwoord tot Wiskunde-materiaal en ikone

Die materiaal is spesiaal geskryf vir leerders in multigraadskole waar een onderwyser vir meer as een graad verantwoordelik is.

Daar moet wegbeweeg word van 'n monograadbenadering waar van die veronderstelling uitgegaan word dat alle leerders op dieselfde vlak van ontwikkeling is. Die materiaal is so geskryf dat die tema vir die verskillende vlakke/grade dieselfde is. Die aktiwiteite differensieer om aan te pas by die individuele leerders se vorderingsvlak. Die begrippe bou op mekaar sodat al die leerders van een vlak na 'n volgende kan vorder.

Die doel is dat leerders progressief teen hul eie tempo kan ontwikkel. Die ontwikkeling van die kind se wiskundige vermoë bly die fokus. Die werkswyse en uitleg van die materiaal probeer 'n manier van onderrig daar te stel wat selfgerigte en ondersteunende leer by die kind bevorder met die oog op genot, motivering en prestasie in Wiskunde.

Hoe vergemaklik dit die onderwyser se taak?

- Goeie beplanning wat voldoen aan die vereistes van KABV
- Progressielyn is ingebou in die materiaal
- Die belangrikste beginsels word uitgelig
- Leerders leer om op hul eie en in groepe te werk en mekaar te ondersteun
- Die onderwyser het meer tyd om hulp te verleen aan die leerders wat probleme ondervind
- 'n Vaste en veilige roetine word vir die onderwyser en die leerders geskep (elkeen weet wat van hul verwag word)
- Klasonderrig moet verminder word sodat daar meer tyd vir individuele hulp is
- Verduideliking met behulp van die konkrete moet nog steeds plaasvind, bv. deel van vrugte/appels by breuke, praktiese gebruik van die horlosie, weeg van voorwerpe of afmeet van vloeistof. **Daar moet nog steeds vanaf die konkrete na die simboliese na die abstrakte beweeg word.**

Uitleg van die boek

1. **Roetblad:** Word aan die begin van 'n reeks lesse gedoen (verkieslik die dag nadat die kind klaar is met die toets/evaluering van die vorige werk). Dit gee 'n oorsig en verduideliking van die werk wat volg met vrae wat die kind lei en laat nadink. [*leer om te leer*]
2. **Leermomente:** Dit is die nuwe kennis met oefeninge om dit vas te lê. Die leermomente bestaan uit verskillende afdelings [*begrip van nuwe kennis*]:



Dit gaan oor **kennis** waaroor die leerder **reeds beskik** van die spesifieke afdeling van die materiaal (soos gedoen in vorige graad).



Dit is die **nuwe kennis** wat die **onderwyser** aan die kind moet **verduidelik**. Omdat die verskillende vlakke se 'temas' gelyk loop, begin die onderwyser by die laagste vlak en vergroot getalle/konsepte om by al die vlakke te pas. Dit behoort nie langer as 10 minute te neem nie. [*verskillende vlakke – bou op die vorige*]



Leeders bespreek nou in hul **groepe** die nuwe kennis, verduidelik dit aan mekaar en doen saam 'n som (dit word in hul klaswerkboeke gedoen) [*begrip word vasgelê*]



Leeders werk **individueel**. Ondersteunende leer word aangemoedig sodat die onderwyser hulp verleen waar daar 'n probleem is.

Vastrap: Elke nuwe les wat verband hou met die nuwe kennis, begin met 10 hoofrekenomme wat die kind in so 'n kort moontlike tyd moet doen (ongeveer 3 minute). Moedig kind aan om elke dag vinniger, maar korrek te werk.



Na die hoofreken volg daar 'n som wat die leeders in 'n **groep** kan doen, sodat hulle kan leer om oor wiskundige begrippe te kommunikeer en redeneer. [*herhaling en dril – vaslegging*]

Aan die einde van elke dag word die werk deur die onderwyser, die leeders of beide nagesien.

Refleksie: (WEER en MEER)

Die kind reflekteer oor sy/haar vordering van die spesifieke deel van die materiaal. Vrae word beantwoord en bespreek. Met inagneming van hoe goed sy/haar vordering was, word verdere oefeninge gedoen. Die MEER somme is van 'n hoër moeilikheidsgraad as die WEER somme.

Toets: Leeders skryf 'n **toets** of voer 'n opdrag uit oor die kennis wat hulle opgedoen het. Die toetspunte word verkieslik voor in die boek of lêer aangeteken. Die leerder beantwoord en bespreek vrae met die onderwyser.

Die onderwyser begin weer met die volgende siklus.

Metodes:

Die metodes wat in graad 4 gebruik word, is in ooreenstemming met die CAPS wat aanbeveel dat leeders eers horisontaal moet kan optel en aftrek voordat na vertikale metodes oorgeskakel word. Daar is gepoog om weg te beweeg van resepmatige bewerkings waar die kind se getalbegrip nie ontwikkel word nie. **Die kind werk so ver moontlik met heelgetalle en nie met enkel syfers nie.**

BYLAAG C:
Voorbeeld van 'n gedeelte van die materiaal

GRAAD 4

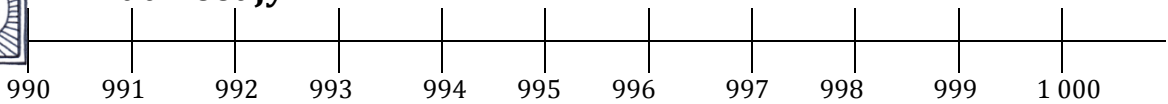
Leermoment

Plekwaarde en ordening (ken, lees en skryf van getalle)

Les 1



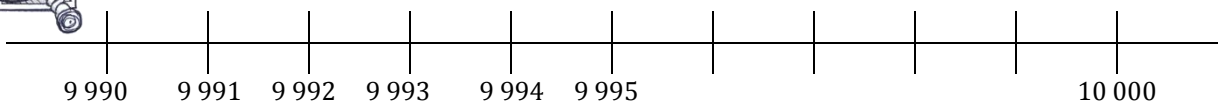
Wat weet jy?



997 kom voor 998, maar na 996
 997 het 9 honderde (900), 9 tiene (90) en 7 ene (7)
 Ons lees dit as: negehonderd sewe en negentig



Saam met die onderwyser

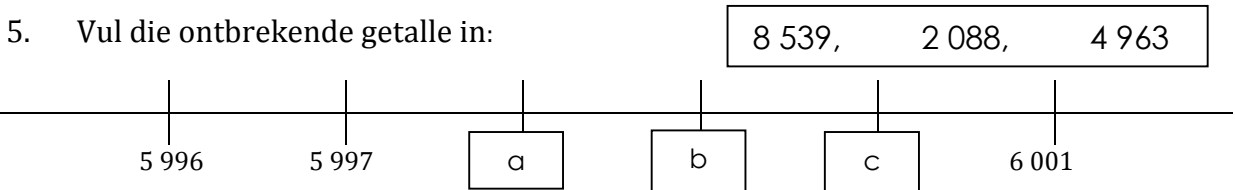


9 997 kom voor 9 998, maar na 9 996
 9 997 het 9 duisende ($9 \times 1\,000 = 9\,000$), 9 honderde ($9 \times 100 = 900$),
 9 tiene
 ($9 \times 10 = 90$) en 7 ene ($7 \times 1 = 7$)
 Ons lees dit as: negeduisend negehonderd sewe en negentig



Doen dit saam met jou maats in jou boek

- Hoeveel is 9 997 meer as 997?
- Watter getal lê tussen 9 991 en 9 993?
- My getal is 6 308.
 - Hoeveel duisende is daar?
 - Wat is die waarde van die drie?
 - Van watter eenheid is daar niks?
- Lees die volgende getalle hardop vir mekaar:



- Wat is waarde van elke syfer in 4 837?
- Skryf die getal in woorde: 2 670

Onthou!

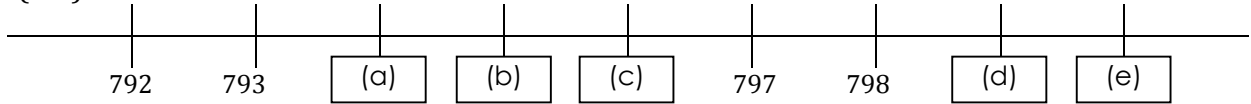
As ons met getalle met 4 syfers en meer werk, tel ons 3 syfers vanaf die regterkant (die ene-syfer) en laat dan 'n spasie, bv. 8456 → 8 456



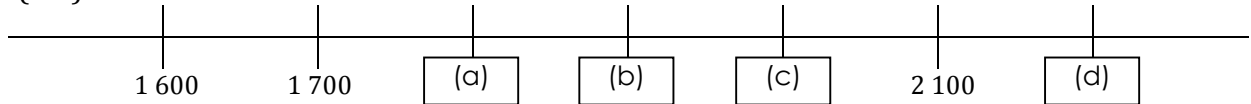
Doen op jou eie in jou boek

8. Skryf die ontbrekende getal langs die regte letter:

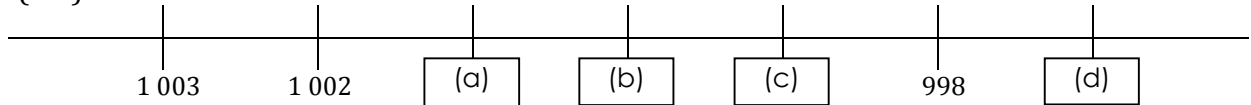
(8.1)



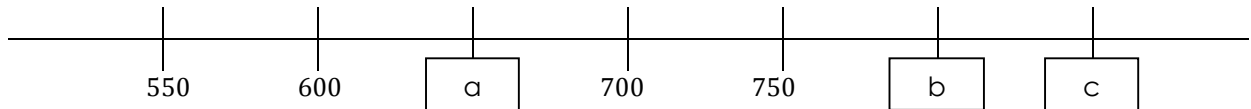
(8.2)



(8.3)

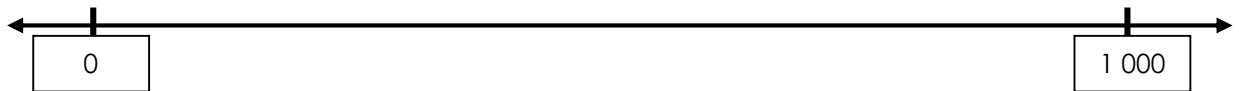


9. Watter getalle lê by a, b en c?

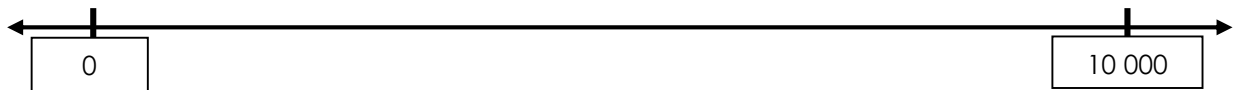


10. Waar lê die getal?

a.) 500?



b.) 5 000?



11. Wat is die waarde van die 5?

a) 3 560

b) 1 058

c) 5137

d) 215

12. Skryf die getal:

a) Tweeduisend aghonderd sewe en veertig

b) Negehonderd en dertig

c) Seweduisend driehonderd vier en sestig

d) Skryf dit nou van klein na groot.

13. Skryf die volgende getalle in woorde:

a) 687

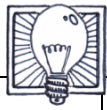
b) 3 540

14. Gebruik die syfers 3; 8; 2 en 4 om jou eie getalle te maak sodat die waarde van die 3 'n tien is. (kyk of jy 5 getalle kan maak)

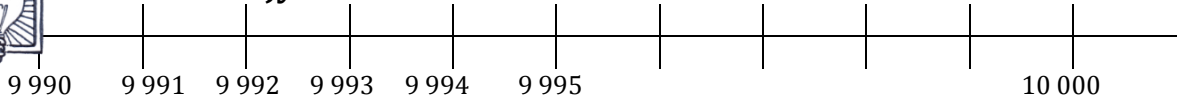
Leermoment

Plekwaarde en ordening (ken, lees en skryf van getalle)

Les 1



Wat weet jy?



9 997 kom voor 9 998, maar na **9 996**

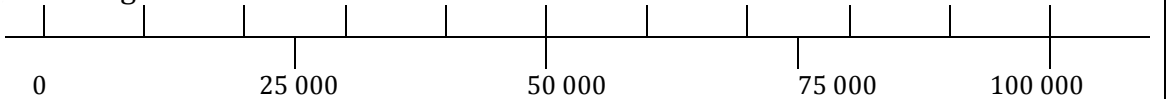
9 997 het **9** duisende ($9 \times 1\,000 = 9\,000$), **9** honderde ($9 \times 100 = 900$), **9** tiene ($9 \times 10 = 90$) en **7** ene ($7 \times 1 = 7$)

Ons lees dit as: **negeduisend negehonderd sewe en negentig**



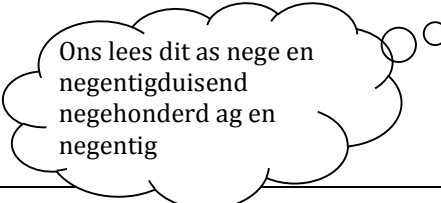
Saam met die onderwyser

Jy werk vanjaar met getalle tot **100 000**: 'n hele **honderdduisend**! Dit is 10 keer meer of groter as 10 000.



50 000 is die helfte van 100 000.

99 997 kom voor **99 998** maar na **99 996**



Ons lees dit as nege en negentigduisend negehonderd ag en negentig

99 998 het:

9 tienduisende ($9 \times 10\,000 = 90\,000$)

9 duisende ($9 \times 1\,000 = 9\,000$)

9 honderde ($9 \times 100 = 900$)

9 tiene ($9 \times 10 = 90$)

8 ene ($8 \times 1 = 8$)



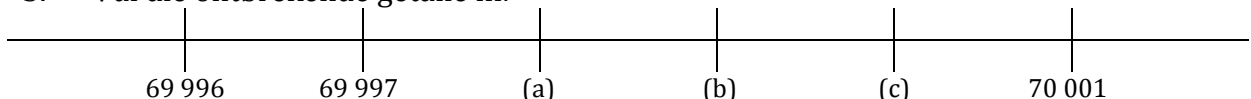
Doen dit saam met jou maats in jou boek

1. Hoeveel is 99 997 meer as 9 997?
2. Watter getal lê tussen 75 863 en 75 865?
3. My getal is 68 053
 - a) Hoeveel tienduisende is daar?
 - b) Wat is die waarde van die **8**?
 - c) Van watter eenheid is daar niks?

4. Lees die volgende getalle hardop vir mekaar:

35 408; 83 796, 58 963

5. Vul die ontbrekende getalle in:



6. Wat is waarde van elke syfer in **53 849**?
7. Skryf die getal in woorde: **93 968**

Onthou: As jy met groot getalle werk, kan jy dit vereenvoudig, bv. $3 + 4 = \underline{7}$; $30 + 40 = \underline{70}$; $300 + 400 = \underline{700}$; $30\,000 + 40\,000 = \underline{70\,000}$.

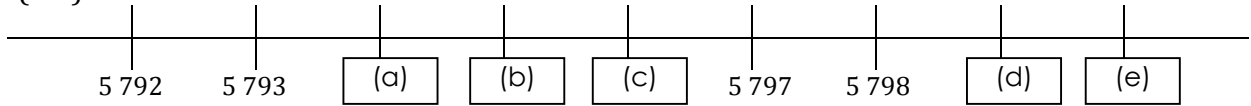
As ons met getalle met 4 syfers en meer werk, tel ons 3 syfers vanaf die regterkant (die ene-syfer) en laat dan 'n spasie, bv. $28456 \rightarrow 28\,456$



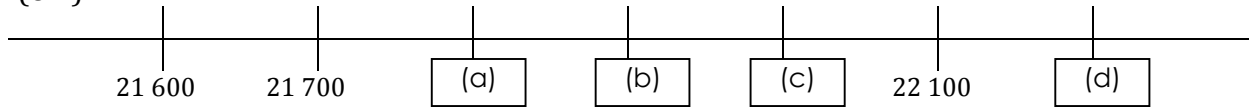
Doen op jou eie in jou boek

8. Skryf die ontbrekende getal langs die regte letter:

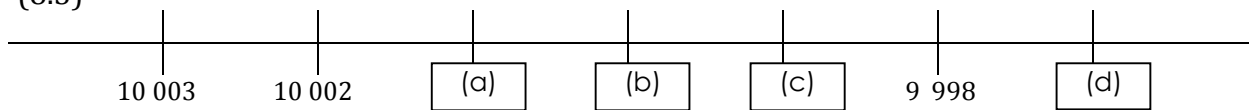
(8.1)



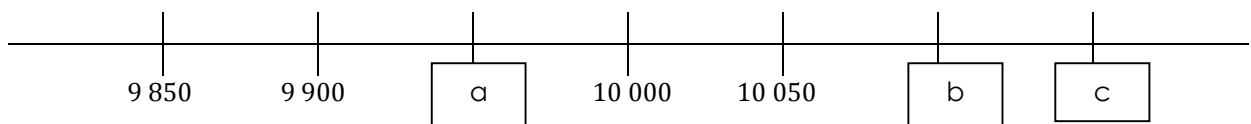
(8.2)



(8.3)

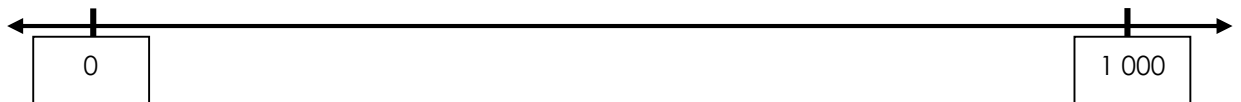


9. Watter getalle lê by a, b en c?

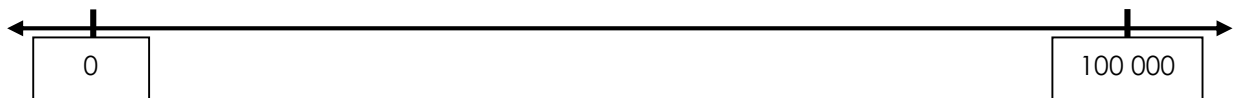


10. Waar lê die getal?

(a) 500?



(b) 50 000?



11. Wat is die waarde van die 5?

a) 95 340

b) 59 340

c) 39 540

d) 49 050

Ons kan skryf
negentig of neëntig

12. Skryf die getal:

(a) Sewe en neëntigduisend agthonderd

(b) vyf en twintigduisend sewehonderd en twintig

(c) drie en sestigduisend vier en dertig

(d) twee en twintigduisend en nege

13. Skryf die getal neer wat:

(a) 10 keer groter is as 8 990

(b) 10 keer kleiner is as 8 990

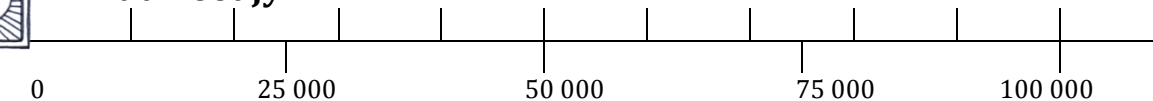
Leermoment

Plekwaarde en ordening (ken, lees en skryf van getalle)

Les 1



Wat weet jy?



50 000 is die helfte van 100 000.

99 997 kom voor **99 998** maar na **99 996**

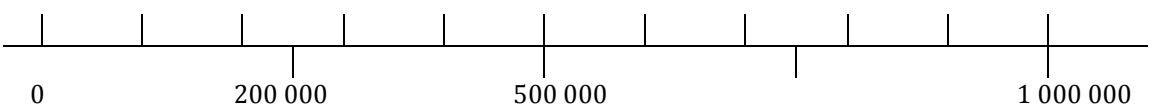
Ons lees dit as nege en negentigduisend negehonderd ag en negentig

99 998 het: 9 tienduisende ($9 \times 10\ 000 = 90\ 000$)
 9 duisende ($9 \times 1\ 000 = 9\ 000$)
 9 honderde ($9 \times 100 = 900$)
 9 tiene ($9 \times 10 = 90$)
 8 ene ($8 \times 1 = 8$)



Saam met die onderwyser

Jy werk vanjaar met getalle tot 'n **miljoen**. Dit is 'n getal met 7 syfers – **1 000 000**. Dit is 10 maal of keer groter as 100 000 (honderdduisend)



1 miljoen kom na 999 999

1,5 miljoen of een en 'n half miljoen word geskryf as **1 500 000**

6 389 457 het: 63 honderdduisende ($63 \times 100\ 000 = 6\ 300\ 000$)
 8 tienduisend ($8 \times 10\ 000 = 80\ 000$)
 9 duisende ($9 \times 1\ 000 = 9\ 000$)
 4 honderde ($4 \times 100 = 400$)
 5 tiene ($5 \times 10 = 50$)
 7 ene ($7 \times 1 = 7$)

Ons lees dit as sesmiljoen driehonderd nege en tagtig duisend vierhonderd sewe en vyftig

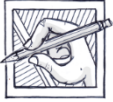


Doen dit saam met jou maats in jou boek

- Hoeveel is **1 693 540** meer as **693 540**?
- Watter getal kom: (a) voor 683 540? (b) na 683 540?
- My getal is **3 870 682**: (a) Hoeveel **honderdduisende** is daar? (b) Wat is die waarde van die 7?
- Lees die volgende getalle hardop vir mekaar: 3 580 346, 1 263 450, 6 500 000
- Wat is die waarde van elke syfer in **2 580 346**?
- Skryf die getal in woorde: 3 297 480

Groot woorde wat jy hoor:!

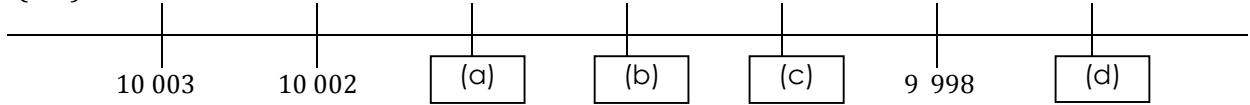
- * 'n **miljard** is 1 000 miljoen (1 000 000 000)
- * 'n **biljoen** is miljoen maal miljoen (1 000 000 000 000)
- * 'n **triljoen** is miljoen maal miljoen maal miljoen



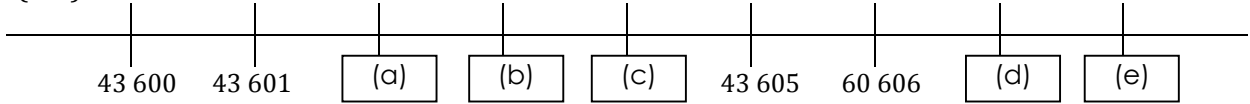
Doen op jou eie in jou boek

7. Skryf die ontbrekende getal langs die regte letter:

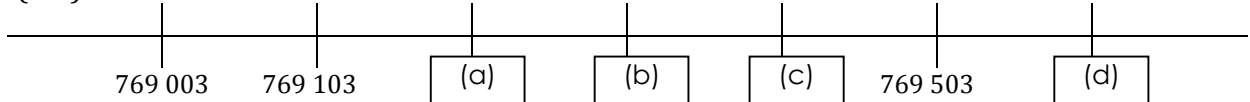
(7.1)



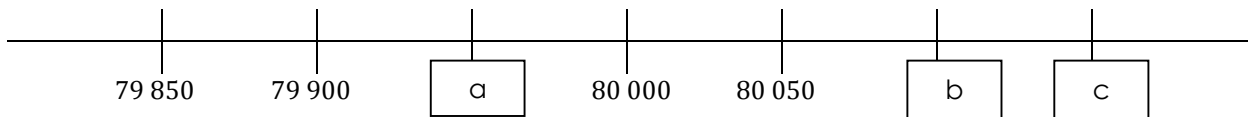
(7.2)



(7.3)

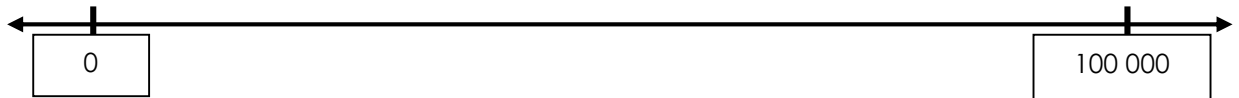


8. Watter getalle lê by a, b en c?

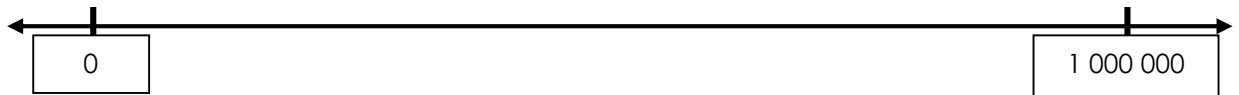


9. Waar lê die getal?

(a) 50 000?



(b) 500 000?



10. Wat is die waarde van die 5?

(a) 569 832

(b) 695 734

(c) 389 245

(d) 5 386 241

11. Skryf die getal:

(a) honderd en dertigduisend vyfhonderd sewe en tagtig

(b) vierhonderd ses en twintigduisend tweehonderd en nege

(c) agmiljoen seshonderd een en veertigduisend driehonderd en sewe

(d) honderd en vierduisend en ag

12. Hoeveel **honderdduisende** in 7 534 126?

13. Skryf die volgende getalle in woorde:

(a) 689 208

(b) 2 536 000

(c) 5 347 590

BYLAAG D
Vraelyste

PRAKTIESE BRUIKBAARHEID VAN LEERMATERIAAL VIR WISKUNDE (Intermediêre fase) VIR MULTIGRAADSKOLE

Doel: om te bepaal of leerkragte hierdie leermateriaal as prakties bruikbaar beskou.

Die onderwyser word versoek om 'n waarde-oordeel oor bestaande materiaal uit te spreek. Die inligting sal gebruik word om ontwerpbeginsels saam te stel sodat die materiaal verbeter word voordat die praktiese bruikbaarheid in die praktyk uitgetoets kan word.

Die vraelys bestaan uit 34 items. Dit word in 6 afdelings verdeel:

- Afdeling 1 - Agtergrond inligting
- Afdeling 2 - Leerkrag se algemene denke oor onderrig
- Afdeling 3 - Leerkrag se denke oor Wiskunde en multigraadonderrig
- Afdeling 4 - Leerkrag se denke oor rasionaal en formaat van materiaal
- Afdeling 5 - Praktiese bruikbaarheid van die materiaal
- Afdeling 6 - Probleme en aanbevelings

LET WEL:

Al die vrae moet beantwoord word

Moet nie u naam op die vraelys skryf nie

Anonimiteit word verseker deur slegs 'n nommer aan elke vraelys te koppel.

Nommer:

AFDELING 1: AGTERGRONDINLIGTING

Vul asseblief onderstaande gegewens in:

1. Geboortedatum:

2. Ondervinding:

Jaar	Gewone skool		Multigraadskool	
	Graad	Vak/ke	Grade gekombineer	Vakke

3. Hoogste akademiese kwalifikasie

.....

4. Kursusse en professionele skoling vir Wiskunde en multigraadonderrig.

4.1 Wiskunde:

.....

.....

4.2 Multigraadonderrig:

.....

.....

5. Ek hou van Wiskunde (Maak 'n regmerkie in die blokkie regs van u keuse)

Baie		Nogal		Niks	
------	--	-------	--	------	--

AFDELING 2: U FILOSOFIE EN DENKE OOR DIE ONDERWYS IN DIE ALGEMEEN

Beoordeel onderstaande standpunte aan die hand van die 3-puntskaal wat gegee word deur net 'n regmerk in die toepaslike blokkie te maak.

		Stem heelhartig saam	Stem saam	Stem glad nie saam nie
1	Die leerders is nog onvolwasse en moet geleer word om te luister na die inhoud en opdragte wat die leerkrag oordra			
2	Alle kinders in die skool kan leer en presteer, maar op hul eie vlak, tyd en manier			
3	Alle klasse in eintlik maar multigraad klasse aangesien kinders se vordering grootliks van mekaar verskil – selfs in dieselfde graad			
4	Aangesien onderwysers professionele persone is behoort hulle meer vryheid gegee te word om hul eie besluite te neem ten opsigte van onderrig en leer in die klaskamer en nie so deur distrik-amptenare dopgehou word nie			
5	Die onderwyser se voorbereiding en onderrig sal vergemaklik word as die leerders se handboeke ook die leerkrag se handboek is. Dit beteken dat die verduidelikings, metodes, deurlopende assessering, ens. alles ingesluit is.			

Verdere kommentaar:

.....

.....

.....

.....

AFDELING 3: U FILOSOFIE EN DENKE OOR MULTIGRAAD EN WISKUNDE

Beoordeel onderstaande standpunte aan die hand van die 3-puntskaal wat gegee word deur net 'n regmerk in die toepaslike blokkie te maak.

		Stem heelhartig saam	Stem saam	Stem glad nie saam nie
1	Indien geskikte leermateriaal in multigraadonderrig ontwikkel word, sal sommige leerders op hul eie kan aangaan. Dit wil sê selfgerigte, samewerkende leer in 'n leerdergesentreerde klaskamer kán plaasvind.			
2	Elke graad in 'n multigraadklas moet afsonderlik groepeer en deur die leerkrag onderrig word.			
3	Iemand moet aan leerders die somme verduidelik, waarna die beginsels vasgelê word deur middel van aktiwiteite			
4	Om begrip in Wiskunde te ontwikkel is dit nodig dat leerders in en oor Wiskunde kommunikeer			

Verdere kommentaar:

.....

.....

.....

.....

AFDELING 4: U DENKE OOR DIE FORMAAT EN RASIONAAL VIR DIE LEERMATERIAAL

Beoordeel onderstaande formaat en rasionaal vir die leermateriaal aan die hand van die 3-puntskaal wat gegee word deur net 'n regmerk in die toepaslike blokkie te maak.

		Stem heelhartig saam	Stem saam	Stem glad nie saam nie
1	Die materiaal is so geskryf en die assessering so ingewerk dat leerders op hulle eie daaraan kan werk, presies weet wat hulle elke dag moet doen, waar hulle laas gewerk het en waarmee hulle sukkel.			
2	Groepwerk waar gesprekvoering kan plaasvind, is 'n belangrike komponent van die leermateriaal.			
3	Baie leerkrigte in multigraadskole onderrig Wiskunde, maar sukkel self en het min selfvertroue in hul wiskundige vermoëns. Hierdie materiaal kan sulke leerkrigte help om selfvertroue en Wiskunde vaardighede op te bou.			
4	Die verskillende onderwerpe van Wiskunde word so rangskik dat grade 4, 5 en 6 op dieselfde tyd dieselfde werk kan doen, indien die leerkrig dit so verkies.			
5	As gevolg van afstande, isolasie en verskeie ander omstandighede is baie leerders en selfs leerkrigte afwesig van die skool en groot gapings en agterstande in Wiskunde ontstaan wat nooit weer opgevang word nie. Met hierdie materiaal kan sulke probleme makliker oorkom word.			
6	Die 'weer-', 'meer' aktiwiteite help die stadige en vinnige leerder, maar verskaf ook ekstra tyd aan die leerkrig sodat hy/sy nie ekstra werk vir dié doel hoef te gaan soek nie.			
7	Die ikone dui aan die leerders aan presies wat om wanneer te doen. Die herhaalde gebruik hiervan kweek by hulle 'n vaste roetine sodat hulle later al hoe meer op hul eie kan werk.			

Verdere kommentaar:

.....

.....

AFDELING 5: U MENING OOR DIE PRAKTIESE BRUIKBAARHEID VAN DIE LEERMATERIAAL

DIMENSIE 1: DUIDELIKHEID

Is die materiaal duidelik genoeg sodat elke onderwyser die verandering of vernuwing wat verwag word, sal waarneem en verstaan.

Spreek u uit deur 'n waarde-oordeel te maak met die afmerk van 'n toepaslike skaal, met onderstaande elemente se hulp.

		Beslis	Moontlik	Glad nie
1	Sal die leerkrag verstaan dat alle grade tegelyk aan dieselfde onderwerp kan werk – net op verskillende vlakke van vordering?			
2	Is dit duidelik genoeg dat elke leerder uit sy/haar eie leerboek werk en onafhanklik kan voortgaan. Maats en onderwyser dien as ondersteuning, maar die materiaal self verduidelik die begrippe volledig?			
3	Die inleidende gedeelte waaronder rasionaal, formaat en ikone verduidelik word, is volledig en duidelik genoeg.			
4	Die progressie tabelle en padkaart aan leerders oor wat hulle gaan doen en hoe hulle vorder en wat verder moet gebeur, is duidelik en verstaanbaar uiteengesit.			

Verder kommentaar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

DIMENSIE 2: VERSOENBAARHEID

Hier probeer ons bepaal of die leermateriaal en die wyse van implementering inpas by die leerkrug se siening van klaskamerpraktyke en die bestaande kurrikulum.

Spreek u uit deur 'n waarde-oordeel te maak met die afmerk van 'n toepaslike skaal oor onderstaande met elemente se hulp.

		Beslis	Moontlik	Glad nie
1	Dink u werklik dat dit sal werk dat leerders aan die hand van die materiaal self leer sonder dat die leerkrug eers alles aan hulle verduidelik. Sal hierdie manier van doen in die klaskamer geïmplementeer kan word?			
2	Voldoen hierdie manier van doen aan die klaskamerpraktyke van KABV en dink u dat die amptenare dit sal aanvaar?			
3	Dink u dat die leerkrug die klaskamer en groepering van leerders sodanig kan verander dat die leermateriaal geïmplementeer kan word?			
4	Sal die leerkrug nog steeds goed voel oor hom/haar self met die rol van ondersteuner eerder as een wat heel dag die klas onderrig?			

Verder kommentaar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

DIMENSIE 3: VOORDELE

Is die voordele van hierdie leermateriaal meer as die nadele wat dit vir die onderwyser in die klaskamer inhou?

Spreek u uit deur 'n waarde-oordeel te maak met die afmerk van 'n toepaslike skaal oor onderstaande elemente.

		Beslis	Moontlik	Glad nie
1	Gaan hierdie leermateriaal leerders motiveer om harder te werk en beter in Wiskunde te presteer?			
2	Gaan hierdie leermateriaal die leerkrag meer tyd bied om swakker leerders te ondersteun en vinniger leerders te versnel?			
3	Gaan die leerkrag se werkklas verminder word met die implementering van die materiaal?			
4	Is die voordele van hierdie leermateriaal meer as die nadele?			

Verder kommentaar:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

AFDELING 6: GEHEELSIENING

Beantwoord die onderstaande drie vrae op die papier so volledig moontlik.

Vraag 1: Lig enkele positiewe dinge en sieninge uit wat u dink hierdie materiaal prakties bruikbaar vir leerders in Wiskunde in multigraadklasse gaan maak.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vraag 2: Lig enkele probleme uit wat u dink die praktiese bruikbaarheid van hierdie leermateriaal negatief kan beïnvloed.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vraag 3: Watter aanbevelings wil u maak i.v.m. die praktiese bruikbaarheid van hierdie leermateriaal.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bylaag E
Syferkundigheid/Wiskunde
Leermomente vir Multigraadonderwys

L M	Da e	GRAAD 1	GRAAD 2	GRAAD 3	GRAAD 4	GRAAD 5	GRAAD 6
		Getalgebied (0-10/34)	Getalgebied (0-100/200)	Getalgebied (0-1 000)	Getalgebied (0-10 000)	Getalgebied (0-6 syfers)	Getalgebied (tot meer as miljoen)
Getalbegrip							
1	1	Plekwaarde en ordening Ken, lees en skryf van getalle	Plekwaarde en ordening Ken, lees en skryf van getalle	Plekwaarde en ordening Ken, lees en skryf van getalle	Plekwaarde en ordening (Ken, lees en skryf van getalle)	Plekwaarde en ordening (Ken, lees en skryf van getalle)	Plekwaarde en ordening (Ken, lees en skryf van getalle)
2	1	Opbou en afbreek: Samestellings tot 10 (semikonkreet)	Opbou en afbreek: Tiene en ene (Uitgebreide notasie)	Opbou en afbreek: Honderde, tiene en ene (Uitgebreide notasie)	Opbou en afbreek: tot 10 000 (Uitgebreide notasie)	Opbou en afbreek: tot 10 000/100 000 (Uitgebreide notasie)	Opbou en afbreek: 100 000/9 syfers (Uitgebreide notasie)
3	1	Verdubbel en halveer 1 tot 10 (Eers net ewe getalle)	Verdubbel en halveer Tot by 34	Verdubbel en halveer Tot by 2/3 syfer getalle	Verdubbel en halveer (ook ewe en onewe getalle)	Verdubbel en halveer (ook ewe en onewe getalle)	Verdubbel en halveer (ook ewe en onewe getalle)
4	1	Getalpatrone Maak, herlaal en beskryf	Getalpatrone Maak, erlaa en beskryf	Getalpatrone Maak, herhaal en beskryf, voltooi	Getalpatrone en vloedigramme	Getalpatrone en vloedigramme	Getalpatrone en vloeigetalle
5	1	Ewe en onewe getalle	Ewe en onewe getalle	Afronding en skat: Tot naaste 10	Afronding: 10, 100, 1 000 (en skat)	Afronding: 5, 10, 100, 1 000.	Afronding: 5, 10, 100, 1 000.
6	1	Vergelyk getalle/Rangskikgetalle Meer, Minder, Tussen, Voor, Na	Vergelyk getalle/Rangskikgetalle Meer, Minder, Tussen, Voor, Na	Vergelyk getalle/Rangskikgetalle Meer, Minder, Tussen, Voor, Na	Kompensasie	Kompensasie. Eienskap +0 en x0.	Eienskappe van 1 en 0
Optel en aftrek							
7	6	Optel: Aanleer van teken Verbind twee groepe $2 + 1 = _$, $2 + 2 = _$	Optel: Samestellings tot 10 In enige volgorde 1 syfergetal met 'n twee syfergetal bv. 13 + 4 Plekhouer skyf bv 3+ _ - 8	Optel: 1/2 syfergetal met 'n 1/2/3 syfer getal. bv. 137 + 4 bv. 35 + 43 (Tweede getal eers heel 10)	Optel: 4 syfers en 3/4 syfers (Getallelyn en ander metodes)	Optel: 4 syfers en 5 syfers (Getallelyn) Optel 5 syfers en 5 syfers (Getallelyn + vertikale metodes - nie algoritme)	Optel: 5 syfers en 6 syfers (Getallelyn + vertikale metodes) Optel tot 6 syfers (algoritme as kind dit verkies)
8	6	Aftrek: Aanleer van teken Hoeveel bly oor?	Aftrek: Treinsomme $9 - 3 - 1 = _$ 1 syfergetal van 'n twee	Aftrek: 1/2 syfergetal van 'n 2/3 syfergetal.	Aftrek: 3/4 syfers en 2/3/4 syfers	Aftrek: 4/5/6 syfers en 4/5 syfers	Aftrek: 5/6 syfers en 4/5/6 syfers

		bv. $5 - 3 =$	syfergetal, bv. $13 - 2$ Plekhouer skyf, bv. $10 - _ = 7$	bv. $126 - 4$ bv. $45 - 20$ (Tweede syfer is veelvoude van 10)	Getallelyn en ander metodes (Omgekeerde bewerkings)	Getallelyn en vertikale metodes, nie algoritme nie (Omgekeerde bewerkings)	Getallelyn + vertikale metodes. (Omgekeerde bewerkings)
L	Da	Maal en deel					
M	e						
9	6	Optel en aftrek van 0 Optel: $3+1 = 1+3$ (Sit die grootste getal eerste) Treinsomme	Optel en aftrek gemeng Optel: $3+5 = 5+3$ (Sit die grootste getal eerste) Vermenigvuldig Herhaalde optelling: $3+3+3+3$	Vermenigvuldig: Herhaalde optel $x2 \ x5 \ x10$ $x4 \ x8$ $3x2 = 2x3$	Vermenigvuldig: 2 syfers met 1/2 syfer Metode 2 & 3, later gemeng (Veelvoude $x10, x100$)	Vermenigvuldig: 2/3 syfers met 2/3 syfers (Veelvoude $x10, x100$ $x1\ 000$)	Vermenigvuldig: 3/4 syfers met 2/3/4 syfers (Veelvoude $x12$)
10	1				Faktore en veelvoude	Faktore en veelvoude	Faktore en veelvoude Priemgetalle: 100
11	6	Aftrek Treinsomme Deel: Gelykopdeel sonder 'n res	Deel: Gelykopdeel sonder 'n res Gelykopdeel met 'n res	Deel: Herhaalde aftrek Gelykopdeel sonder 'n res Gelykopdeel met 'n res	Deel: 2/3 syfers deur 1 (Metode 3) (ook met res)	Deel: 3 syfers deur 2 syfers (ook met res)	Deel: 3/4 syfers deur 2/3 (ook met res)
L	Da	Breuke					
M	e						
12	2			Breuke	Gelykwaardige breuke tot 8'stes	Gelykwaardige breuke tot 12'des Gemengde en onegte breuke	Gelykwaardige breuke tot tiendes en honderdstes Gemengde en onegte breuke
13	2			Breuke	Breuke van heelgetalle bv. $1/2$ van 10	Breuke van heelgetalle bv. $1/5$ van 100, $1/4$ van 28 = 7.	Breuke van heelgetalle
14	2			Breuke	Gelyke verdeling (ook met res)	Gelyke verdeling (ook met res)	Gelyke verdeling (ook met res)
15	2			Optel van breuke	Optel: Noemers dieselfde In konteks	Optel: Noemers dieselfde en veelvoude van mekaar Gemengde breuke	Optel Noemers dieselfde en veelvoude van mekaar Gemengde breuke
16	2			Aftrek van breuke	Aftrek: Noemers dieselfde In konteks	Aftrek: Noemers veelvoude van mekaar Gemengde breuke	Aftrek Noemers veelvoude van mekaar Gemengde breuke

17	2			Desimale breuke	Desimale breuke: 0,5; 1,5; 2,5 Op getallelyn en in konteks van meting. Beskryf en vergelyk verband tussen breuke en desimale breuke Uitgedruk as % ($0,5 = \frac{1}{2} = 50\%$)	Desimale breuke: 0,5; 1,5; 2,5 Op getallelyn en in konteks van meting. Beskryf en vergelyk verband tussen breuke en desimale breuke. Uitgedruk as % ($0,5 = \frac{1}{2} = 50\%$)	Desimale breuke: Tot 2 desimale: Plekwaarde. Beskryf en vergelyk verband met breuke. Uitgedruk as % ($0,75 = \frac{3}{4} = 75\%$)
18	2			Optel van desimale breuke	Optel: Veelvoude dieselfde	Optel en aftrek: (ook gemengde breuke)	Optel en aftrek: Tot 2 desimale (Verskillende veelvoude)
L M	Da e	Geldsake					
19	1	Verstaan geld Simbole?	Koop en verkoop Simbole?	Koop en verkoop Omskakeling tussen rand en sent Probleme	Koop en verkoop	Koop en verkoop Wins en verlies	Koop en verkoop Wins, verlies en afslag
20	1				Eenvoudige begroting	Eenvoudige begroting	Eenvoudige begrotings Lees en interpretasie van rekeninge
L M	Da e	DATA					
1	1	Sorteer en versamel voorwerpe volgens een kenmerk	Versamel en sorteer data volgens kriteria en teken grafieke.	Organiseer data op 'n piktogram /staafdiagram/grafieke.	Lees en interpreteer tabelle prentjies (1 tot 1)	Piktogram (1 tot 10)	Piktogram (1 tot 10/meer)
2	2	Analiseer data	Dataversamelings-tegnieke: Analiseer data.	Dataversamelings-tegnieke: Analiseer data	Dataversamelings-tegnieke: Versamel, teken aan, organiseer en vergelyk. Telling ("tally marks") en tabelle.	Dataversamelings-tegnieke: Versamel, teken en verskaf en lees (gegroepeerde en ongegroepeerde) Versamelingsvelle Tabelvorm.	Dataversamelings-tegnieke: Doen opnames van verskeie gemeenskapskwessies. Teken grafieke (Gebruik grafiekpapier). Maak afleidings. Onderskei steekproef en populas.
3	2				Grafieke Tekens/vertoon, interpreteer en maak gevolgtrekkings bv. Kolom/staaf	Grafieke Tekens/vertoon, interpreteer data en maak gevolgtrekkings t.o.v. inhoud, kategoriee + ander kwessies	Grafieke: Tekens/vertoon en interpreteer data en maak gevolgtrekkings t.o.v. inhoud, kategoriee en ander kwessies

						Piktogram (baie tot 1) en kolomgrafieke	Piktogram (baie - 1) en kolomgrafiek
4	1				Waarskynlikheidsleer: Moontlikhede van gebeure (interpretasie)	Waarskynlikheidsleer: Vergelyk en klassifiseer gebeure op 'n skaal. Lys moonlike uitkomst vir eenvoudige eksperimente (gooi van muntstuk, "dice" of "spinner")	Waarskynlikheidsleer: Voorspel die moontlikheid dat iets sal gebeur op grond van waarnemings (skaal). Lys moonlike uitkomst vir eenvoudige eksperimente (gooi van muntstuk, "dice" of "spinner")
L	Da	TYD					
M	e						
1	2	Oggend, middag, aand Meet in ure en minute	Analoog (uur) Meet in ure en minute	Analoog (uur en halfuur)	Ken (lees en skryf) tydeenhede: Ure, minute, sekondes (digitale en analoë tyd) (Omskakeling) (Bewerkings)	Ken (lees en skryf) tydeenhede en instrumente: Horlosie en stophorlosie (digitale en analoë tyd) (Omskakeling) (Bewerkings)	Ken (lees en skryf) tydeenhede en instrumente: (digitale en analoë tyd tot naaste sekonde) (Omskakeling) (Bewerkings)
2	2	Gister, vandag, môre	Dae van die week Maande van die jaar	Digital (uur en halfuur)	Ken ander tydeenhede en tydsverloop: Almanak, dae, weke, maande, jare, eeue (Omskakeling) (Bewerkings) (Voorstelling deur die eeue: Romeinse syfers)	Tydrooster: Lees en omskakelings Ken ander tydeenhede: Dekades, eeue +millenniums (Omskakeling) (Bewerkings) (Voorstelling deur die eeue: Sonwyser)	Tydsone (ook ander lande) (Tydrooster) (Skat, lees en skryf) (Omskakeling) (Bewerkings)
L	Da	LENGTE					
M	e						
3	2	Hoogte en lengte Skat, meet en vergelyk	Skat, meet en vergelyk	Ondersoek	Meet en skat: mm, cm, m, km Instrumente: Liniale, meterstok. Omskakeling (verband met desimale syfers) Bewerkings	Meet en skat: mm; cm; m; km Instrumente: Liniaal meterstok, Verband desimale syfers. Omskakelings (bv. 100 cm = 1 m) Bewerkings	Meet en skat: mm, cm, m, km Instrumente: Liniaal, ens Verband desimale syfer. Omskakelings (1 000 m = 1 km) Los werklike probleme

							op. Bewerkings
4	2			Ondersoek afstand rondom voorwerpe	Omtrek Meet en bereken: Reghoeke en vierkante Gebruik liniale en maatbande Ook desimale syfers	Omtrek Meet en bereken Gebruik liniale en maatband Ook as breukdeel en desimale syfers	Omtrek Meet en bereken: Ook as breukdeel en desimale syfers
5	1			Ondersoek area van 'n oppervlakte	Oppervlak van veelhoek m.b.v. vierkantige roosters vir teëling Omskakelings	Oppervlak van veelhoeke m.b.v. vierkantige roosters vir teëling. Ontwikkel konsep van vierkantige eenhede.	Oppervlak van veelhoeke m.b.v. vierkantige roosters vir teëling. Verhouding tussen area en omtrek van vier kante en reghoeke.
L M	Da e	TEMPERATUUR					
6	1			Vergelyk, bv koud - warm	Bewerkings en vergelykings	Eenheid: Grade Celsius Instrument: Termometer Los problem op	Eenheid: Grade Celsius Instrument: Termometer Skat temperatuur Los probleme op
L M	Da e	MASSA					
7	2			Ondersoek	Eenhede: g en kg (skat) Instrumente: verskeie skale Omskakelings g en kg Bewerkings	Eenhede: g en kg (skat) Instrumente: verskeie skale Omskakelings g en kg Bewerkings	Eenhede: g en kg (Skat en weeg) Omskakelings Bewerkings
L M	Da e	VOLUME					
8	2	Kapasiteit	Kapasiteit: Skat, meet en vergelyk.	Kapasiteit: Skat, meet en vergelyk.	Eenhede: ml en liter Instrumente: maatbeker Omskakelings: ml en l Bewerkings	Eenhede: ml en liter Instrumente: maatbeker Omskakelings ml en l Bewerkings	Eenhede: ml en liter Skat en meet. Omskakelings ml + l Bewerkings
L	Da	VORMS					

M	e						
1	2	Vorms (2D) Herken en noem Sirkel, vierkant, reghoek, driehoek	2D-vorms en 3D-voorwerpe: (herken en noem) Ovaal, diamante,ster	2D-vorms en 3D-voorwerpe: (herken en noem) Vyfhoek, seshoek, parallelogram, trapesium	2D-vorms en 3D-voorwerpe: Beskryf eienskappe van vlakke, sye en oppervlakte. Identifiseer in konteks en in prentjies.	2D-vorms en 3D-voorwerpe: Vergelyk (tot 7-kantige vorms) Beskryf eienskappe van vlakke, sye en oppervlakte. Identifiseer in konteks en in prentjies.	2D-vorms en 3D-voorwerpe: Beskryf eienskappe van hoeke en sirkel (radius) Vergelyk (tot 8 kantige vorms)
2	2	3D Voorwerpe: Herken en noem: Kubus, silinder, sfeer	3D Voorwerpe: Teken, herken en noem: Keel, piramide	3D voorwerpe: Teken, herken en noem: Reghoekige prisma. Driehoekige prisma	3D voorwerpe: Teken en maak (deur bokse oop te knip en grondplan)	3D-voorwerpe: Teken en maak (deur bokse oop te knip en grondplan)	3D-voorwerpe: Teken en maak (deur bokse oop te knip en grondplan) Gebruik strooitjies vir raam en net.
3	2	Simmetrie Simmetrie	Simmetrie Herken simmetrie	Simmetrie 2D Simmetrie	Simmetrie Lynsimmetrie	Simmetrie Rotasie, refleksie en verplasing: Spieelbeeld. Teken.	Simmetrie Rotasie, refleksie en verplasing. Gradeboog.
4	2	Ligging	Ligging	Ligging Ver - naby - nader	Ligging Bepaal op kaart, kolom en ry	Ligging Bepaal ligging en posisie. Volg mondelings en skriftelike instruksies	Ligging Bepaal ligging en posisie op kaart Volg en gee instruksies.
5	1	Posisies en verhoudings	Posisies en verhoudings	Posisies en verhoudings	Posisies Bekyk en beskryf voorwerpe uit verskillende posisies	Posisies Bekyk en beskryf voorwerpe uit verskillende posisies	Posisies Teken en interpreteer 3D- voorwerpe van verskillende posisies
6	2	Patrone Herhaal en skep	Patrone Herhaal en skep	Patrone Skep, herhaal en beskryf Lees en teken karate (bv. klaskamer)	Tessellasies (Teken kulturele vorms, bv. hut en versier met verskillende vorms)	Tessellasies Pak met vorms Bewerkings. Gebruik verskeie 2D en 3D vorms om voorwerpe te teken en te versier	Tessellasies Pak Bewerkings. Teken vergroting en verkleining. Gebruik verskeie 2D en 3D vorms om voorwerpe te teken en te versier