

Alle leerlingen een voldoende.

Wiskunde in 3TGL

FOKKE & SUKKE VALLEN DE STELLING VAN PYTHAGORAS AAN

EN TERWIJL DE INFANTERIE
EEN SCHIJNAANVAL UITVOERT
OP DE LANGSTE ZIJDE - VOOR
HET GEMAK NOEMEN WE DIE
C - MAAKT DE CAVALERIE
EEN OMTREKKENDE BEWEGING
NAAR ZIJDE **B** HIER....
...VERVOLGENS...



Remco Boom

Studentnummer: 2158153

Master Special Educational Needs

Opleidingscentrum Speciale Onderwijszorg

Leerroute: CDD

Begeleid door: Angeline van der Kamp

Juni 2011

Inhoud

Samenvatting.....	5
1 Inleiding	6
1.1 Werkcontext	6
1.2 Doel van het onderzoek	6
1.3 Relevantie van het onderzoek.....	7
1.4 Onderzoeksvraag.....	7
2 Theoretische onderbouwing	9
2.1 Inleiding.....	9
2.2 Welke factoren beïnvloeden de leerprestaties?	9
2.2.1 Afstemmen op verschillen	10
2.2.2 Alle leerlingen bij de les betrekken	11
2.3 ICT inzetten om de leerprestaties te verhogen	11
2.4 Digitale didactiek.....	12
2.4 Welke ICT-middelen kan ik inzetten?.....	14
2.4.1 ELO	14
2.4.2 Smartboard.....	15
2.4.3 Applets	16
2.4.4 Serious gaming.....	17
2.4.5 Sociale media.....	18
2.5 De criticasters van ICT.....	19
3 Onderzoeksmethodologie.....	20
3.1 Onderzoekscontext	20

3.2 Onderzoeksvorm.....	20
3.3 Onderzoekperiode.....	21
3.4 Data verzamelen.....	21
3.4.1 Fase 1 - nulmeting.....	21
3.4.2 Fase 2 - interviews	22
3.4.3 Fase 3 – ICT in de praktijk.....	22
3.4.4 Fase 4 – afsluitende enquête	22
3.5 Data analyse	23
3.6 Ethiek van het onderzoek.....	23
4 Dataverzameling.....	24
4.1 Resultaten onderzoek	24
4.2 Fase 1 – nulmeting.....	24
4.3 Fase 2 – interviews	25
4.4 Fase 3 ICT in de praktijk	26
4.5 Fase 4 afsluitende enquête.....	28
4.6 Kwantitatieve analyse van het onderzoek	29
5 Beantwoording van de onderzoeksvraag.....	31
5.1 Inleiding.....	31
5.2 Applets	31
5.3 Animaties	32
5.4 Digitale documenten	33
5.5 Conclusie	34
6 Conclusies en aanbevelingen.....	36

6.1 Inhoudelijke aanbevelingen voor de praktijk.	36
6.2 Inhoudelijke aanbevelingen voor vervolgonderzoek.....	37
7 Evaluatie.....	39
7.1 Wat heeft dit onderzoek voor mij betekend?	39
7.2 Wat heb ik als onderzoeker geleerd?.....	40
7.3 Aanbevelingen voor andere onderzoekers.....	40
Literatuurlijst	42
Bijlage 2.1 Het observatie-instrument van Van de Grift en Van der Wal	48
Bijlage 2.2 Inzet computers High School Amerika	49
Bijlage 3.1 Criteria observaties in de les.....	50
BIJLAGE 4.1 Enquête 1 - nulmeting.....	51
BIJLAGE 4.2 Enquête 2.....	53
BIJLAGE 4.3 Ingezette digitale hulpmiddelen.....	55
Bijlage 4.4 Kwantitatieve analyse	56
Bijlage 5.1 Wiskunde Oefen Toets Automaat	57

Samenvatting

In mijn onderzoek ga ik uit van de hypothese dat elke leerling in de bovenbouw van de Theoretisch Gemengde Leerweg een voldoende kan halen voor wiskunde. Om deze hypothese te toetsen onderzocht ik welke ICT-toepassingen een bijdrage kunnen leveren aan bewijsvoering van deze hypothese. In het onderzoek staat de volgende onderzoeksvraag centraal: *Welke beschikbare ICT-toepassingen dragen bij aan een hoger leerrendement voor wiskunde en een hoger cijfer?*

De data is verzameld door interviews, enquêtes en observaties van leerlingen, die extra ICT mogelijkheden krijgen aangeboden om zich de leerstof eigen te kunnen maken. Ik een kwalitatieve analyse is aangetoond dat bepaalde ICT-toepassingen het leerrendement voor wiskunde verhogen. Vanuit de kwantitatieve analyse is aangetoond dat door de inzet van ICT de cijfers omhoog gaan.

In mijn aanbevelingen komt naar voren voor ICT een digitale didactiek gebruikt moet worden. Dit betekent dat er investeringen gedaan moeten worden in de digitale competenties van docenten. Een belangrijk kanttekening is dat niet elke leerstijl, volgens de leerstijlentheorie van Gardner (2002), niet zondermeer geschikt is voor de ICT-toepassingen.

Met ICT worden de lessen interessanter, uitdagender en wordt door actieve feedback de intrinsieke motivatie van leerlingen bevorderd. De ICT-toepassingen leveren een positieve bijdrage in het leerrendement waardoor de cijfers voor wiskunde omhoog gaan.

1 Inleiding

Alle leerlingen kunnen een voldoende voor wiskunde halen. Deze hypothese staat voor mij centraal als docent wiskunde. In de afgelopen jaren heb ik verschillende leerlingen persoonlijk begeleid voor het vak wiskunde. Deze leerlingen waren zwak en hadden weinig zelfvertrouwen. Door deze leerlingen rustig te begeleiden en ze het vertrouwen te geven dat ze wel talent hadden merkte ik dat ze groeiden en dat de resultaten omhoog gingen.

In 2005 ben ik als zij-instromer het onderwijs ingekomen. In de 15 jaren daarvoor heb ik als informaticus verschillende functies in het bedrijfsleven gehad. Tegenwoordig ben ik docent Wiskunde. Als docent volg ik met bijzondere interesse de ontwikkelingen van ICT¹ binnen het vak Wiskunde. Deze ontwikkelingen en de ervaring dat ook zwakke leerlingen wiskunde kunnen leren vormen de basis voor mijn onderzoek.

1.1 Werkcontext

Aan de school waar ik werk kunnen de leerlingen kiezen uit vier leerwegen. De Theoretische leerweg en de Gemengde Leerweg (TGL), Kader Beroepsgerichte Leerweg (KBL), en de Basis Beroepsgerichte Leerweg (BBL). De TGL-afdeling heeft alleen leerlingen uit de bovenbouw (klas 3 en 4). Vanuit 4 locaties worden leerlingen, uit de onderbouw, geplaatst bij ons. Deze vier locaties hebben elk hun eigen cultuur en didactische benadering.

1.2 Doel van het onderzoek

De leerlingen die in het derde leerjaar instromen hebben allemaal hun eigen voorgeschiedenis. Deze voorgeschiedenis heeft als gevolg dat in elke klas leerlingen zitten die ervan overtuigd zijn dat ze slecht zijn in Wiskunde. Uit observatie van talrijke lessen (Standaert, 2009) zijn onder andere de volgende bevindingen van leerlingen verzameld: "dat lukt mij toch niet" en "als ik dat doe dan heb ik altijd wel een fout". Het gevolg van deze bevindingen is dat de motivatie, om iets te doen, daardoor minimaal is. In hetzelfde onderzoek van Standaert wordt een verband gelegd tussen inzet (of motivatie) en goede resultaten. Uit dit verband blijkt dat positieve feedback goed

¹ Informatie Communicatie Technologie

werkt maar daarin moet niet overdreven worden. Deze niet te overdrijven positieve feedback wordt in het volgende citaat van Rutter (1979) weergegeven:

“Praise, rewards and encouragements need to outweigh negative sanctions. When giving praise it is important however, that the currency should be real. Children usually know when they have done well or badly and rewards for poor quality work rapidly become devalued and ineffective.”

In een onderzoek van Goes (2009) en van der Grift (2010) is een conclusie dat de intrinsieke motivatie een positief effect heeft op de schoolprestaties. Een andere aspect dat invloed heeft op de schoolprestaties volgens van der Grift (2010) is afstemmen op verschillen.

Het inspelen op verschillen en het verbeteren van de intrinsieke motivatie wil ik onderzoeken door de inzet van ICT tijdens de lessen. Het resultaat van dit onderzoek moet zijn dat cijfers voor wiskunde omhoog gaat. Om deze verbetering te bereiken wil ook onderzoeken welke ICT-toepassingen inspelen op de verschillen tussen leerlingen en de intrinsieke motivatie.

1.3 Relevantie van het onderzoek

De laatste paar jaren gaan de resultaten voor wiskunde omlaag². Deze trend wil de directie, van de school waar het praktijkonderzoek wordt uitgevoerd, ombuigen. Aan mij werd de vraag gesteld of een meer gedifferentieerde aanpak de resultaten kunnen veranderen. In overleg is besloten om te kijken of met ICT tegemoet kan worden gekomen aan de verschillen tussen de leerlingen.

1.4 Onderzoeksvraag

In mijn onderzoek ga ik uit van de hypothese dat elke leerling in de bovenbouw van de Theoretisch Gemengde Leerweg (TGL) aan het Voorbereidend Middelbaar Beroeps Onderwijs (VMBO) een voldoende kan halen. Om deze hypothese te toetsen ga ik onderzoeken welke ICT-toepassingen een bijdrage kunnen leveren aan bewijsvoering van deze hypothese. In mijn onderzoek staat de volgende onderzoeksvraag centraal:

² Zie ook bijlage 4.4 waarin resultaten van vorig jaar met dit jaar worden vergeleken.

Welke beschikbare ICT-toepassingen dragen bij aan een hoger leerrendement voor wiskunde en een hoger cijfer?

Bij deze onderzoeksvraag heb ik de volgende deelvragen gedefinieerd:

- Welke soorten beschikbare ICT-toepassingen kan ik inzetten?
- Gaan de cijfers voor wiskunde omhoog?

2 Theoretische onderbouwing

Het doel van mijn onderzoek is het verbeteren van het cijfer voor wiskunde. Hiervoor heb ik onderzocht welke ICT-toepassingen een bijdrage kunnen leveren. In dit hoofdstuk wordt de theorie behandeld die de grondslag vormt voor mijn onderzoek.

2.1 Inleiding

In de wiskunde werd tot de jaren tachtig het VNO³-model (Dormolen, 1981) gebruikt. Een voordeel van dit model is dat leerling snel aan de slag kan en goed werkt op de korte termijn. Een groot nadeel van dit model is dat het fragmentarisch is zonder samenhang en dat elke nieuw type kennis/vaardigheid een nieuw leerproces vereist. In de moderne wiskunde wordt het OOV⁴-model geïntroduceerd. Volgens dit model onderwijs ik mijn leerlingen de wiskunde. In dit model bouwt de leerling routine op en kan de leerling het concept met inzicht toepassen.

Sommige mensen zeggen dat je wiskunde niet kunt leren. De meeste wiskunde docenten zijn het daar niet mee eens. Ook wiskunde moet je leren, alleen niet zoals je woordjes leert of een groot stuk tekst. Persoonlijk sluit ik me aan bij de stelling van Dormolen (1981) dat je wiskunde leert door te doen. Dat betekent; zoveel mogelijk opgaven maken, zoveel mogelijk oefenen in rekenen en tekenen, zoveel mogelijk oefenen in oplossen door puzzelen en de theorie begrijpen door alle stappen te kunnen uitvoeren. Uit onderzoek van Simons (1994) blijkt dat motivatie door succes ervaringen en motivatie door extrinsieke beloning belangrijk zijn voor het leren door doen.

2.2 Welke factoren beïnvloeden de leerprestaties?

“Alle leerlingen een voldoende voor wiskunde”. Met deze stelling begin ik als docent mijn onderzoek. ‘Voor het leerrendement van de leerling doet de docent er absoluut toe’, zegt van de Grift (2010). De kwaliteit die de leraar levert bepaald voor ongeveer 25% de leerprestaties. Maar hoe zit het dan met die andere 75%? In deze groep vallen beïnvloedbare factoren zoals motivatie en betrokkenheid van ouders, en niet

³ Voordoen, nadoen, oefenen.

⁴ Oriënteren, ontwikkelen, verwerken.

beïnvloedbare factoren zoals intelligentie en opleidingsniveau van ouders volgens van de Grift (2010).

De afgelopen veertig jaar zijn er verschillende onderzoeken geweest naar de effectiviteit van leraren (van de Grift 2010). De ervaringen van deze onderzoeken heeft van de Grift in zijn oratio (2010) samengebracht. Van de Grift en Van der Wal (2010) hebben in totaal 24 verschillende pedagogisch didactische handelingen beschreven⁵. De drie aspecten die in de didactiek van de docent de meeste invloed hebben zijn afstemmen op verschillen, alle leerlingen bij de les betrekken, en leerlingen leren hoe ze moeten leren. In mijn onderzoek wil ik deze drie aspecten gebruiken voor de selectie van ICT-toepassingen. Mijn verwachting is dat het leerrendement omhoog gaat met de geselecteerde ICT-toepassingen.

2.2.1 Afstemmen op verschillen

In mijn leslokaal zie ik dat leerlingen de lesstof op verschillende manieren zich eigen maken. Sommige leerlingen kunnen na een korte instructie zelfstandig aan het werk. Andere leerlingen willen de uitleg meer gevisualiseerd aangeboden krijgen. En een derde groep leerlingen heeft meer baat bij een actieve werkvorm. In de praktijk worden deze verschillen door Kolb (1984), als leerstijlen betiteld.

Om tegemoet te komen aan de verschillen in leerstijlen tussen de leerlingen kan de docent gedifferentieerd gaan werken (Blok, 2004). Voorbeelden van werkvormen voor gedifferentieerd werken zijn de verlengde instructie met de instructietafel⁶(Pameijer, N, Beukering, T & de Lange S., 2009) en adaptief werken (Blok, 2004). In een onderzoek van Drijvers (2003) is een conclusie dat leerlingen in een computeralgebra omgeving experimenten kunnen uitvoeren die aanleiding zijn voor het ontdekken van verbanden. Dit sluit aan bij mijn eigen bevindingen dat de beste resultaten werden behaald als ICT werd ingezet, waarbij leerlingen op hun eigen niveau en in hun eigen tempo werken.

⁵ zie bijlage 2.1 Het observatie-instrument van Van de Grift en Van der Wal

⁶ De instructietafel is een plek in het klaslokaal die de leraar de mogelijkheid geeft om gedifferentieerd te werken.

2.2.2 Alle leerlingen bij de les betrekken

Alle leerlingen bij de les betrekken is een uitdaging waar elke docent voor staat. Hierbij speelt volgens Simons (1994) de motivatie van een leerling een belangrijke rol. Als de docent zich autoritair opstelt kan hij leerlingen bij de les betrekken door extrinsieke motivatie. Maar dit is een schijnwerkelijkheid waarin de leerprestaties achter blijven ten opzichte van verhoging van de intrinsieke motivatie (Woolfolk, 2008). Met ICT kan de docent de lessen verrijken wat een verbetering van de motivatie betekenen. In dit onderzoek wordt onder andere gekeken wat ICT met de motivatie van leerlingen doet,

Leren leren is toch vooral een vorm van didactiek (Dormolen, 1981). Om uit te leggen waar het om gaat bij het leren van wiskunde roepen de docenten zoiets als:

Wiskunde is leuk, Wiskunde leer je door te doen, en Wiskunde bouw je op. Goffree (2002) heeft onderzoek gedaan naar de wiskunde didactiek in Nederland in de laatste 50 jaren. Een belangrijk conclusie die hij trekt op basis van Gravemeijer (1994), Nelissen (1987) en Streefland (1983) is dat wiskunde veel doen is en dat reflectie op de prestaties een grote rol spelen. Deze reflectie is met name de extrinsieke beloning (Woolfolk, 2008) waarmee de intrinsieke motivatie wordt verhoogd. Deze beloning kan heel simpel zijn. Op de lagere school kreeg de leerling een plakplaatje als beloning. Met ICT kun je na elke goed beantwoorde vraag een overwinningssliedje laten horen of grafisch een virtueel plakplaatje geven. Hiermee heb ik in het verleden wel eens geëxperimenteerd in de klas. Je ziet aan de reacties van de leerlingen dat ze deze vorm van feedback waarderen. Het gevolg was dat er een soort wedstrijd ontstaat met als resultaat dat alle leerlingen bezig waren met de wiskunde.

2.3 ICT inzetten om de leerprestaties te verhogen

In het onderwijs zijn vanaf het begin, 2000 jaar geleden, weinig ingrijpende veranderingen in het klaslokaal doorgevoerd. Ongeveer 10 jaar geleden kwamen voorzichtig de eerste veranderingen. Eerst werd het krijtbord vervangen door een 'whiteboard'⁷, waarna ook al snel het 'smartboard'⁸ entree in het klaslokaal maakte.

⁷ Een whiteboard (wit bord) is meestal gemaakt van kunststof of gelakt metaal. Hierdoor kan er met uitwisbare viltstiften op worden geschreven.

Een smartboard is bij uitstek geschikt om ICT-toepassingen in een centrale uitleg voor de klas te gebruiken.

In Amerika heeft Cuban (2011) onderzoek gedaan naar het gebruik van ICT in Amerikaanse onderwijsinstellingen. In zijn onderzoek heeft Cuban twee periodes, 1999-2000 en 2009-2010, met elkaar vergeleken⁹. Samengevat komt het er op neer dat ICT wel intensiever werd gebruikt, maar dat nog steeds de ‘docentgestuurde’ didactiek wordt gehanteerd. Deze aanpak gaat niet in op de verschillen tussen leerlingen, zoals in de vorige paragraaf is gesteld. Simons (2002) stelde dat het gebruik van ICT om een digitale didactiek (zie paragraaf 2.3) vraagt. Deze digitale didactiek is meer dan een elektronisch leerboek, zoals het in het onderzoek van Cuban (2011) naar voren komt. Om de cijfers van wiskunde te verbeteren moet er meer worden gedaan dan een elektronisch leerboek in te voeren om tegemoet te komen aan de factoren¹⁰ die de leerprestaties beïnvloeden.

In een artikel van Dijkman (2009) over het zinvol computergebruik in de wiskundeles worden voorbeelden gegeven van ICT-toepassingen die een verrijking van de les zijn en de leerlingen uitdagen, waardoor ze een duidelijk eigenaarschap voelen in hun eigen leerproces. Hiermee kom je tegemoet aan één van de moeilijke peilers (leren hoe je moet leren) die invloed uitoefenen volgens van de Grift en van der Wal (2010). Hieruit volgt dat ICT een belangrijke bijdrage kan leveren in het verhogen van de leerprestaties. Met het verhogen van de leerprestaties wordt de kans op een hoger cijfer vergroot. En daarmee kan ICT een positieve bijdrage leveren in het verhogen van het cijfer voor wiskunde.

2.4 Digitale didactiek

In de vorige paragraaf “ICT inzetten om de leerprestaties te verhogen” heb ik onderscheid gemaakt tussen ICT als hulpmiddel en interactieve educatieve software

⁸ Een elektronisch schoolbord dat naast het gebruik als traditioneel schoolbord ook gebruikt kan worden voor het projecteren van video en computer beelden.

⁹ bijlage 2.2 Inzet computers High School Amerika

¹⁰ Zie paragraaf 2.2

(Straetmans, 2009). De hulpmiddelen, zoals een ELO en een smartboard, zijn voorwaarde om ICT-toepassingen die er toe doen in te zetten. Het gebruiken van ICT bij het faciliteren van het leren wordt digitale didactiek genoemd. Simons (2002) gebruikt hiervoor de volgende definitie:

“Digitale didactiek betreft kennis en kunde met betrekking tot het gebruik van ICT bij het faciliteren van het leren..”

Bij de digitale didactiek gaat het niet om het lesgeven waarbij een tool als Powerpoint wordt gebruikt als gereedschap. Bij de digitale didactiek gaat het om het leren door ICT. Voorstanders van de digitale didactiek, zoals Awouters en Schuer (2005), hebben argumenten als ICT kan het onderwijs in de nabije toekomst verbeteren en vernieuwen. Zij geloven dat met name het rendement van het leren verhoogd wordt, doordat leerlingen meer in eigen tijd en tempo kunnen leren. Met name de verschillen in voorkennis en leerbehoeften spelen in op een meer individuele aanpak door de digitale didactiek. Aan mijn school komen de leerlingen van verschillende onderbouwlocaties met verschillende voorkennis. De digitale didactiek kan een goed middel kan zijn om te in te spelen op de verschillen tussen de leerlingen door de wiskunde aan te bieden op hun eigen niveau.

Naast de voorstanders zijn er ook tegengeluiden van deze digitale didactiek. Simons (2002) heeft in zijn oratie de belangrijkste kritiek van dat moment verzameld. In deze kritieken ligt de nadruk vaak op (computer) technische aspecten. Ook wordt gesuggereerd dat er geen verschil is in digitale leren en ‘traditioneel’ leren. Indien in de lessen alleen digitale boeken en Powerpoint presentaties worden gebruikt dan levert dit niet direct een meerwaarde. Deze laatste mening van Simons deel ik, want een papieren bladzijde die nu op een computerscherm is te zien biedt geen inhoudelijke toegevoegde waarde. De docent is meer gebaat bij geanimeerde illustraties die de theorie versterken.

In mijn eigen omgeving gebruik ik al jaren ICT om te leren. Ik zie met name dat leerlingen door het meer individuele gebruik op eigen niveau en eigen tempo adaptief¹¹ werken (Blok, 2004). Vroeger kregen we allemaal wel eens een plakplaatje in ons

¹¹ Adaptief onderwijs is zoveel mogelijk afgestemd en aangepast aan de individuele behoefte en mogelijkheden van de leerling.

schrift op de basisschool als we een opdracht goed hadden gemaakt. Deze stimulans is ook opgenomen in computeropdrachten. Je ziet de leerlingen groeien als ze weer een 'schouderklopje' krijgen. ICT kan een meerwaarde hebben als het een adaptief karakter heeft en middels de schouderklopjes bijdraagt aan de motivatie om te werken.

2.4 Welke ICT-middelen kan ik inzetten?

In de paragraaf "ICT inzetten om de leerprestaties te verhogen" wordt onderscheid gemaakt tussen ICT-hulpmiddelen en interactieve educatieve software. De ICT-hulpmiddelen, zoals een ELO en een smartboard, zijn volgens Dijkman (2009) een voorwaarde om de educatieve software effectief in te zetten.

2.4.1 ELO

Een ELO kan het beste uitgelegd worden als een digitaal archief waar docenten en leerlingen elektronische documenten in kunnen stoppen en uit kunnen halen. Droste (2003) omschreef de elektronische leeromgeving als een technische voorziening die de spin in het web is tussen het proces van leren, de communicatie die nodig is voor het leren en de organisatie van onderwijs. De leerlingen hebben toegang tot een soort website waar ze voor elk vak weekplanners, extra oefeningen, theorie en links kunnen vinden om het leerproces aantrekkelijker en makkelijker te maken. De vakdocent is verantwoordelijk voor het plaatsen van deze informatie in de ELO.

De ELO geeft de mogelijkheid om iets extra's aan te bieden. Voorbeelden van deze extra's zijn digitale bronnen zoals video en verwijzingen naar Internet voor extra ondersteuning die aansluit op de voorkennis. Smeets (2005) vindt dat deze extra's de flexibiliteit van het onderwijs verhoogt. Ik deel deze mening omdat ik merk dat leerlingen waarderen dat er ook andere bronnen (dan alleen de docent) gebruikt kunnen worden die hun helpen bij het zich eigen maken van de theorie. Een tweede voorbeeld van de flexibiliteit is het plaats en tijd onafhankelijk aspect van een ELO. De leerling kan op elk gewenst moment waar dan ook op de wereld de informatie uit het ELO gebruiken. Dit biedt als voordeel dat leerlingen die, om welke reden dan ook, de les hebben gemist deze later eens rustig kunnen bekijken. Natuurlijk kunnen de andere leerlingen die wel aanwezig waren de les ook nog eens opnieuw bekijken.

Ondanks alle verschillende technische mogelijkheden die een ELO biedt blijft het een elektronische dossierkast. Zoals Droste (2003) ook terecht opmerkt een facilitair

hulpmiddel. Een hulpmiddel waarbinnen ICT-toepassingen beschikbaar worden gesteld die een bijdrage kunnen leveren aan het verbeteren van het cijfer.

2.4.2 Smartboard

Het smartboard, of digitale smartboard, is de opvolger van het whiteboard. Eigenlijk is het een groot computerscherm die op een soort whiteboard wordt geprojecteerd met een beamer. Ondanks het feit dat er in steeds meer lokalen een smartboard komt wordt deze door de meeste docenten op dezelfde wijze als een ouderwets krijtbord gebruikt (Martens, 2007). ICT heeft in het beroepenveld in Nederland de afgelopen 40 jaar voor nodige veranderingen gezorgd. Deze veranderingen staan in het onderwijs ook te komen volgens Martens. Ik ben ook van mening dat we met name door multimedia-mogelijkheden van het smartboard veel beter kunnen inspelen op de huidige belevingswereld van de leerlingen. Op een smartboard kun je Youtube-filmpjes en animaties laten zien die de theorie verder verduidelijken. Met de filmpjes en animaties kun je inspelen op de verschillen tussen leerlingen, hetgeen een belangrijk aspect¹² is voor het verhogen van de leerprestaties van leerlingen.

In 2008 heeft Koenraad (2008) een onderzoek gedaan in opdracht van de Hogeschool Utrecht. In zijn literatuuronderzoek beschrijft hij verschillende onderzoeken rond dit onderwerp en geeft een samenvatting van de belangrijkste conclusies uit dit onderzoek. Enkele van deze conclusies zijn:

- de onderwijstijd neemt toe, omdat leraren efficiënter gebruik kunnen maken van bronnen;
- er is een grotere kans dat het aansluit bij je persoonlijke leerstijl;
- multimedia maakt lessen veel dynamischer, waardoor leerlingen een grotere betrokkenheid hebben en gemotiveerder.

Deze conclusies sluiten aan op factoren¹³ die volgens van der Grift (2010) de leerprestaties beïnvloeden.

¹² Zie paragraaf 2.2

¹³ Zie paragraaf 2.2

Als ik in mijn eigen werkomgeving kijk dan is het aantal smartboards nog gering (15 op 100 lokalen). Met name de docenten Geschiedenis, Aardrijkskunde, en vreemde talen maken gebruik van de mogelijkheden. Je hoort ook van de leerlingen dat ze het waarderen als de theorie wordt onderbouwd met aanschouwelijk materiaal in de vorm van filmpjes (video en animaties). In de wiskundelessen wordt dit middel zelden ingezet. Ik ben de enige docent uit de sectie Wiskunde die wel eens heeft gewerkt met een smartboard. Ik denk dat met name de laatste conclusie van Koenraad, multimedia maakt de lessen veel dynamischer, de effectiviteit van de wiskundelessen kan vergroten. Dit merk je ook in de lessen aardrijkskunde. Leerlingen vertellen mij dat een animatie of filmpje een begrip soms veel beter kunnen toelichten dan de theoretische uitleg van een docent. Met name dat effect biedt volgens mij toegevoegde waarde voor het vak wiskunde.

2.4.3 Applets

Op internet is veel digitale content, zoals applets, te krijgen voor verschillende vakken in het voortgezet onderwijs. Applets zijn kleine computerprogramma's die in een willekeurige internet browser (bijvoorbeeld Internet Explorer van Microsoft) geopend kunnen worden. Voor leerlingen is het nu mogelijk om plaats en tijd onafhankelijk te oefenen. Volgens Vanotterdijk (2002) biedt ICT de mogelijkheid tot integratie van vakken, waarmee een bredere context wordt gecreëerd voor de leerlingen. Een andere conclusie die Vanotterdijk trekt is dat met behulp van ICT er veel meer mogelijkheden zijn om individuele leertrajecten op te zetten voor de leerlingen.

Kramer (2008) is een docent wiskunde die het in het begin van haar docentencarrière druk had met klassenmanagement. In het schooljaar 2007-2008 is ze begonnen om haar wiskundelessen te verrijken met één ICT-practicum per week. In het practicum maakte de leerlingen gebruik van applets waarmee de actuele wiskundige onderwerpen werden geoefend. Doordat deze programma's veel oefeningen genereren kan de leerling een specifieke vaardigheid goed inoefenen. Volgens Kramer (2008) heeft het binaire karakter een groot nadeel, iets is goed of fout. Leerlingen raken gedemotiveerd als een ogenschijnlijk goede uitwerking en antwoord een fout oplevert volgens het programma. Binnen de wiskunde kun je binnen bepaalde marges een antwoord krijgen dat niet exact is, maar door afronding onderweg ook goed gerekend kan worden. Volgens Kramer is het belangrijk dat de

docent de applet kan aanpassen om enige marges aan te brengen, zodat leerlingen niet gefrustreerd raken als een antwoord niet exact goed is. Als de leerling succes heeft verhoogt dit zijn intrinsieke motivatie. De intrinsieke motivatie heeft een positief effect op het leerrendement (Goes, 2009). Dit is een belangrijk aspect voor mijn onderzoek.

Een stap verder is als deze applets een adaptief karakter krijgen. Een adaptieve applet is een programma dat opgaven kiest uit een grote verzameling. Nadat de leerling een vraag heeft beantwoord wordt de volgende vraag afgestemd op de vaardigheden van de leerling. Volgens Straetmans (2009) is het voordeel van deze methode dat de leerling niet gefrustreerd wordt door te moeilijke of te eenvoudige opgaven. Er wordt op zijn/haar eigen niveau gewerkt. Deze vorm van toetsing is op papier zeer tijdrovend en in onze klassen onmogelijk te realiseren binnen de beschikbare tijd. Straetmans (2009) vindt dat deze benadering met behulp van de computer een feit is. Deze methode is heel goed te gebruiken om een intake-toets af te nemen, waarmee de voorkennis vastgesteld kan worden. Hierna kan een individueel leertraject bepaald worden, waarbinnen ook gevarieerd kan worden met intensiteit van inoefenen naar gelang de leerling nieuwe theorie kan toepassen. Vanuit de stelling van Dormolen (1981) wiskunde leren is veel doen kan een applet als ICT-toepassing bijdragen. Door het vele oefen met de direct bouwt de leerling routine op en kan de leerling het concept met inzicht toepassen. Met het oefenen en verwerken van de nieuwe kennis wordt het leerrendement voor wiskunde verhoogt.

2.4.4 Serious gaming

Games vormen een onderwerp waar vele ouderen van gruwelen door de beelden die hierbij worden oproepen, zoals verslaving die je in een sociaal isolement kan brengen. En natuurlijk bestaan deze excessen, maar er zitten ook goede kanten aan de games (onderwijsraad 2008). Volgens de onderwijsraad bevordert het spelen van bepaalde games de creativiteit en oplossend vermogen. Beide zijn vaardigheden die belangrijk zijn voor een goed cijfer bij wiskunde.

Deen (2008) stelt dat Wiskunde over het algemeen abstract is waarbij het draait om een specifieke gedachtegang of bepaalde procedure die moet worden gevolgd om het probleem op te lossen. In een game zijn deze specifieke gedachtegangen en het consequent opvolgen van vaste procedures de sleutel tot succes. Salen en

Zimmerman (2004) stellen *“een game is een systeem (of conflict) gebaseerd op regels, waarin de onderhandeling met deze regels leidt tot een kwantificeerbare uitkomst”*. Hieruit blijkt dat Wiskunde veel overeenkomsten heeft met games.

Serious games (Deen 2008) zijn educatieve games die de mogelijkheden biedt leerlingen te laten leren op een manier die deze leerlingen aanspreekt. Daarnaast kan de game ook een bijdrage leveren in het onderhouden van kennis en vaardigheden door het regelmatige herhalen (automatiseren). In een rapport van de onderwijsraad, Onderwijs en open leermiddelen (2008), wordt gewezen op de mogelijkheden die serious gaming biedt.

“Serious games doen een beroep op meer speelse vormen van leren en zijn daarmee sterk motiverend..”

Serious gaming staat nog in de kinderschoenen. Naast het onderwijs is ook het bedrijfsleven geïnteresseerd in serious gaming voor het trainen van personeel (kennislink 2010). Het nut van games wordt onderschat, want het is maar een spelletje. Uit onderzoek van Sitzman (2010) blijkt dat serious gaming wel degelijk een grote toegevoegde waarde kan hebben. Volgens McFarlane (2002) zetten games aan tot strategisch denken en plannen, en helpt het bij het praktisch toepassen van wiskundige problemen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat serious games invloed hebben op het lerendement voor wiskunde.

2.4.5 Sociale media

De moderne leerling maakt steeds meer gebruik van sociale media¹⁴. Bekende voorbeelden van sociale media zijn Hyves, Facebook, en Twitter. Naast deze bekende toepassingen zijn ook Flickr (foto's), Slideshare (presentaties), Scribd (documenten) en Mindmeister (mindmaps) voorbeelden van sociale media. Deze toepassingen (Mijland, 2011) gebruiken leerlingen voor hun plezier en op een informele manier. Daarnaast kan dit medium ook ingezet worden voor leren op afstand en voor samenwerking.

¹⁴ Sociale media zijn internettoepassingen, waarmee mensen online met elkaar in contact kunnen komen en informatie kunnen delen.

2.5 De criticasters van ICT

De computer in het leslokaal heeft ook tegenstanders. De tegenstanders bestaan niet alleen uit digibeten. Een veel gehoorde klacht is het anonieme karakter van een beeldscherm. De leerlingen vervreemden van de werkelijkheid en worden asociale wezens. Dit terwijl de moderne leerling er minstens 2 digitale sociale netwerken op nahoudt en minimaal de beschikking heeft over 300 'vrienden'. Een Amerikaans onderzoek uitgevoerd door Cordes en Miller (2010) wijst op de gevaren van teveel technologie binnen de school. In dit onderzoek wijzen ze onder andere op de fysieke problemen van ICT, zoals een muisarm. Ook wijzen zij op de emotionele en sociale problemen als gevolg van ICT, zoals sociale isolatie en een gebrek aan zelfdiscipline. Mijn uitgangspunt is dat ICT de leerling kan helpen bij het verbeteren van zijn vaardigheden. Volgens Cordes en Miller (2010) beperkt de computer de creativiteit van leerlingen, beperkt ICT het verbeeldingsvermogen en lopen de taalvaardigheden achteruit, bijvoorbeeld de SMS-taal die we tegenwoordig in de opstellen bij Nederlands zien. Maar geldt ook hier niet dat alles in balans moet gebeuren. Voor de wiskunde zie ik absoluut toegevoegde waarde om de cijfers te verbeteren.

Ik ben van mening dat de conclusies van Cordes en Miller zwart wit zijn. Natuurlijk moeten we fysieke problemen onderkennen door ergonomische maatregelen te nemen. De docent blijft een zeer belangrijke rol spelen in de individuele en groepsbegeleiding van leerlingen. Echter door gebruik te maken van bijvoorbeeld geautomatiseerde adaptieve toetsen kunnen we veel beter en/of sneller de individuele leerbehoefte van een leerling bepalen.

Uit de theoretische onderbouwing in dit hoofdstuk blijkt dat ICT de belangrijkste factoren, die de leerprestaties beïnvloeden, versterkt. In mijn praktijkonderzoek wil ik deze theorie gebruiken om mijn hypothese, alle leerlingen een voldoende voor wiskunde, te toetsen.

3 Onderzoeksmethodologie

In mijn onderzoek staat de volgende onderzoeksvraag centraal:

Welke beschikbare ICT-toepassingen dragen bij aan een hoger leerrendement voor wiskunde en een hoger cijfer?

3.1 Onderzoekscontext

Het onderzoek vindt plaats in de bovenbouw van het Voorbereidend Middelbaar Beroeps Onderwijs (VMBO). De groep leerlingen die onderzocht worden zijn een derde klas uit de Theoretisch Gemende Leerweg (TGL) en een vierde klas van de Theoretische Leerweg (TL). De derde klas (3TGL) is een reguliere klas waarin allemaal leerlingen zitten die sportief zijn ingesteld, en vertonen een druk en ongeduldig gedrag. De vierde klas (4TL) is een klas waarin leerlingen zijn samengebracht (44 in totaal) die een additioneel Wiskunde programma volgen om de aansluiting tussen het VMBO en de HAVO te verbeteren. Dit programma is gericht op leerlingen die kiezen voor Wiskunde B op de HAVO.

3.2 Onderzoeksvorm

Het onderzoek is een praktijkonderzoek met een ontwikkelingsgerichte aanpak. Deze ontwikkelingsgerichte aanpak betreft het verbeteren van mijn praktijkomgeving. Een onderzoek met het doel in de praktijk iets te verbeteren is een actieonderzoek (Ponte, 2006).

In een actieonderzoek kan volgens Smeijsters (2009) en Ponte (2006) gekozen worden tussen kwantitatieve en kwalitatieve aanpak. In de kwalitatieve methode ligt de nadruk op een grote groep personen waarbij met gestandaardiseerde meetinstrumenten gezocht wordt naar correlaties. In de kwalitatieve methode is de onderzoeksgroep veel kleiner en ligt de nadruk op open dataverzamelingen (geen meetinstrumenten). Ik betrek twee groepen leerlingen (3TGL en 4TL) in mijn onderzoek waarbij ik me richt op een kwalitatieve ontwikkeling. Een andere eigenschap van kwalitatief onderzoek is het empirisch karakter (Wester, Smaling & Mulder, 2000), waarin men vanuit een hypothese via inductie probeert tot wetmatigheden te komen. Omdat mijn onderzoeksgroep relatief klein is heb ik voor het kwantitatieve deel een vergelijking gemaakt met voorgaande schooljaren. In deze

vergelijking worden de resultaten in het onderzoek per hoofdstuk vergeleken met de resultaten uit het voorgaande jaar.

3.3 Onderzoekperiode

Het onderzoek start in november 2010. De eerste twee maanden zijn de aanloopmaanden van het onderzoek. In de eerste 2 maanden worden ICT-toepassingen beschikbaar gesteld in de ELO, zonder dat er expliciet naar wordt verwezen in de wiskundelessen. Begin januari is middels een enquête (zie bijlage 3.1) een nulmeting gedaan, waarbij de leerlingen Wiskunde aangeboden krijgen zonder dat er gebruik wordt gemaakt van ICT. Van januari tot begin april wordt ICT bewust ingezet door de ICT-toepassingen in de les te gebruiken. De leerlingen krijgen ook opdrachten die ze thuis of in de werkleerruimte¹⁵ maken. Eind april wordt de inzet van de ICT-middelen door middel van een enquête geëvalueerd. In de volgende paragraaf wordt de werkwijze gedetailleerd beschreven.

3.4 Data verzamelen

Bij een kwalitatief onderzoek wordt met behulp van gestructureerde vragen via een enquête of interview, data verzameld waarbij een groot aantal leerlingen zijn betrokken (Burns 2006). In een kwantitatief onderzoek wordt data verzameld door cijfers en observatie van leerlingen. In mijn onderzoek maak ik gebruik van een combinatie, het zogenaamde pluralistische onderzoek (Burns 2006).

Met een actieonderzoek wordt volgens Ponte (2006) de praktijk stap voor stap verder ontwikkeld en verbeterd, dit vertaalt zich in fasen van mijn onderzoek, zoals hier gepresenteerd. In mijn onderzoek ga ik stap voor stap onderzoeken welke ICT-middelen geschikt zijn als bijdrage aan mijn onderzoeksvraag. In dit actieonderzoek heb ik 4 fases gedefinieerd.

3.4.1 Fase 1 - nulmeting

De eerste stap is een verkennende fase, waarin een nulmeting wordt gedaan. Voorafgaand aan het onderzoek zijn ICT-middelen beschikbaar gesteld aan de leerlingen zonder dat daaraan een verplichting zat om te gebruiken. In de Electronisch LeerOmgeving (ELO), bij ons op school is dat Teletop, heb ik een

¹⁵ Werkleerruimte is een studielandschap waar leerlingen zelfstandig of in groepen huiswerk maken.

PowerPoint en YouTube filmpjes en links naar digitale ondersteuning (applets) geplaatst. In de nulmeting¹⁶ wordt geïnventariseerd welke ICT-middelen zijn gebruikt en wat het kwalitatieve effect was.

3.4.2 Fase 2 - interviews

De tweede stap was het afnemen van een aantal interviews met twee leerlingen uit de onderzoeksgroep. De eerste leerling gebruikte ICT al en de tweede leerling maakte nog geen gebruik van ICT. De interviews zijn ongestructureerd, omdat vooraf niet bekend is wat de uitkomst zal zijn. Een groot voordeel hiervan is dat het veel informatie oplevert (Gerritsma 2010). Het doel van deze interviews was te achterhalen waarom leerlingen wel of niet gebruik maken van ICT. De resultaten van deze interviews en de nulmeting zijn gebruikt voor het bepalen van een set van ICT-middelen die in de onderzoeksfase worden ingezet.

3.4.3 Fase 3 – ICT in de praktijk

In de derde fase wordt het daadwerkelijke onderzoek gedaan. Vanaf februari worden de ICT middelen gericht ingezet. Het gebruik van ICT wordt opgenomen in het lesprogramma en wordt wekelijks in een praktijklokaal gebruikt. De leerlingen is gevraagd actief gebruik te maken van de ICT-middelen tijdens het maken van huiswerk. In de werkleerruimte zijn op alle computers de ICT-middelen geïnstalleerd, die in les zijn gebruikt. Daarnaast zijn alle ICT-middelen via Teletop aan de leerlingen beschikbaar gesteld, zodat ze deze middelen ook thuis kunnen gebruiken.

In de les wordt met name door middel van observaties data verzameld. Bij observatie vertrouwt de onderzoeker niet op het communiceren met anderen maar op zijn observatievermogen om data te verzamelen. Tijdens de observatie wordt doelgericht¹⁷ gekeken (Gerritsma 2010) hoe leerlingen reageren op de ICT-toepassingen die worden ingezet.

3.4.4 Fase 4 – afsluitende enquête

De laatste fase van het onderzoek is een afsluitende enquête voor een kwantitatieve analyse van de gebruikte ICT-middelen. De enquêtes (Gerritsma 2010) in een

¹⁶ Zie bijlage 4.1 Nulmeting

¹⁷ Zie bijlage 3.1 Criteria observaties in de les

onderzoek richt zich op controleerbare en vaststaande feiten. De resultaten van de enquêtes zijn opgenomen in de bijlagen. Voor de kwantitatieve analyse worden de resultaten van de leerlingen per hoofdstuk afgezet tegen de resultaten van leerlingen uit het voorgaande leerjaar.

3.5 Data analyse

Aspecten die tijdens een onderzoek een essentiële rol spelen zijn validatie en betrouwbaarheid van de verzamelde data. Triangulatie betekent dat men binnen de onderzoeksvorm de te verzamelen data op verschillende manieren benadert (Ponte 2006). Door het gebruik van verschillende bronnen en onderzoekstechnieken tegelijkertijd, als gevolg van Triangulatie, wordt de validatie en betrouwbaarheid verhoogt (Gerritsma 2010). In dit onderzoek is een uitgebreide literatuurstudie gedaan (zie hoofdstuk 2) en worden kwalitatieve en kwantitatieve data verzameld (zie paragraaf 3.4).

Het grootste deel van het onderzoek bestaat uit kwalitatieve gegevens. Er is niet één methode (Creswell 2000) om deze kwalitatieve gegevens te analyseren. Tijdens de analyse leg ik verbanden tussen de data. In het onderzoek is op diverse momenten een data-analyse gemaakt. Deze analyses zijn tussen elke fase gemaakt en gedurende fase 3. In de derde fase, welke 3 maanden duurde, zijn door ervaring van leerlingen en mijzelf bepaalde ICT-middelen afgevallen.

3.6 Ethiek van het onderzoek

In het onderzoek zijn ongeveer 60 leerlingen betrokken die data leveren. Deze data wordt verzameld door interviews, enquêtes en observaties. Alle data is anoniem verzameld of geanonimiseerd. Doordat de leerlingen in dit onderzoek niet identificeerbaar zijn wordt volgens Mitchell (2004) voldaan aan de ethische waarborg van anonimiteit. Een groot voordeel van het anoniem enquêteren is dat je veel zuivere response krijgt (Gerritsma 2010). Deze zuivere response geven leuke en verrassende opbrengsten, zoals deze in hoofdstuk 4 worden gepresenteerd,.

4 Dataverzameling

In mijn onderzoek ga ik uit van de hypothese dat elke leerling in de derde klas van de Theoretisch Gemengde Leerweg (TGL) aan het Voorbereidend Middelbaar Beroeps Onderwijs (VMBO) een voldoende kan halen voor het vak wiskunde. Om deze hypothese te toetsen ga ik onderzoeken welke ICT-toepassingen een bijdrage kunnen leveren aan deze hypothese. In mijn onderzoek staat de volgende onderzoeksvraag centraal:

Welke beschikbare ICT-toepassingen dragen bij aan een hoger leerrendement voor wiskunde en een hoger cijfer ?

4.1 Resultaten onderzoek

In de periode van januari tot en met april 2011 is het onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek bestaat uit viertal fases. Elke fase wordt in de volgende paragrafen behandeld, waarbij per fase een conclusie op dataniveau wordt gegeven. In hoofdstuk 5 worden deze conclusies gekoppeld aan de literatuur uit hoofdstuk 2 om antwoord te geven op de onderzoeksvraag.

4.2 Fase 1 – nulmeting

In de periode van september 2010 tot januari 2011 zijn bij wiskunde incidenteel ICT-toepassingen ingezet. Deze toepassingen zijn in de klas kort toegelicht en via Teletop aan de leerlingen beschikbaar gesteld. In de nulmeting is een enquête¹⁸ gehouden waarin geïnventariseerd werd in hoeverre deze toepassingen zijn gebruikt en wat de persoonlijke ervaringen van de leerlingen hiermee waren.

Voorafgaand aan deze nulmeting is ICT incidenteel gebruikt in de les. In de elektronische leeromgeving (ELO) Teletop zijn voor elk hoofdstuk allerlei hulpmiddelen beschikbaar gesteld aan de leerlingen. De digitale hulpmiddelen waren niet verplicht voor de leerlingen. Deze elektronische hulpmiddelen zijn applets, Powerpoints, uitwerkingen van diagnostische toetsen en YouTube filmpjes. Aan het einde van deze periode is met behulp van een enquête (zie bijlage 4.1) een nulmeting gedaan.

¹⁸ Bijlage 4.1

In de periode voordat de digitale middelen geïntegreerd in de les werden ingezet gebruikten 11 van de 26 leerlingen deze middelen. Na de nulmeting werden de digitale hulpmiddelen geïntegreerd in de theorielessen en werden wekelijks de voorbeelden op een smartboard doorgenomen. Aan het einde van de onderzoeksperiode (n=23) werd dezelfde vraag weer voor gelegd aan de onderzoeksgroep. Van de 23 leerlingen gebruikte nu 15 leerlingen de digitale hulpmiddelen buiten de lessen om. Dit is een toename van 50% in de onderzoeksgroep.

Een tweede algemene vraag ging in op de te verwachten ondersteuning van digitale hulpmiddelen. In de nulmeting waren er maar 11 leerlingen die gebruikt maakten van deze hulpmiddelen. Uit deze nulmeting blijkt dat 10 van de 11 leerlingen vonden dat deze ondersteuning hun had geholpen. Bij de tweede meting hadden 22 van de 23 leerlingen profijt van de digitale hulpmiddelen. In percentages is de ondersteuning niet toegenomen. In absolute getallen is dit een stijging van 100% in het aantal leerlingen. Het dubbele aantal leerlingen vindt dat ICT hen heeft geholpen bij het bestuderen van de wiskunde. Deze 22 leerlingen geven aan dat ze een hoger cijfer halen als gevolg van de ICT.

In de nulmeting werd gevraagd of de inzet van digitale hulpmiddelen de inzet van leerlingen zou verhogen. Hierop antwoorden 8 leerlingen van 26 positief. Van de 26 waren er 9 die nog geen idee hadden en 9 leerlingen antwoorden negatief. Aan het einde van de onderzoeksperiode is de vraag gesteld wat het effect was van de digitale hulpmiddelen op de motivatie. Hierop antwoorden 12 leerlingen van 23 dat ze meer gingen doen en 11 van de 23 deden wat minder. De leerlingen die meer deden gaven aan dat ze het nu snapt en daardoor huiswerk gingen maken. De andere groep deed minder omdat ze door de ICT de wiskunde sneller begrepen en daarom minder opgaven hoefden te maken.

4.3 Fase 2 – interviews

Het praktijkonderzoek is gestart met twee interviews. De eerste leerling gebruikte ICT al en stond cijfermatig laag voor het vak wiskunde. De tweede leerling maakte nog geen gebruik van ICT en stond cijfermatige ruim voldoende.

De leerling die wel ICT gebruikte heeft het meeste baat bij de uitwerkingen van de Dtoets¹⁹. Daarnaast maakte ze ook gebruik van de Wiskunde Toets Oefenautomaat, een computerprogramma vol met applets van wiskundige onderwerpen. In het gebruik van dit programma had ze moeite met de instellingen waarmee het niveau wordt bepaald. De Youtube filmpjes met uitleg over wiskundige onderwerpen werden wel bekeken maar door de leerlingen als moeilijk ervaren. De uitleg strookte niet met de uitleg in de klas en werkte voor deze leerlingen verwarrend.

De leerling die geen ICT gebruikte vond dat hij wel zonder kon. De resultaten waren tot dusver bovengemiddeld. Tijdens het interview zijn enkele ICT-toepassingen behandeld en is de werking gedetailleerd toegelicht. Aan het einde van het interview bekende deze leerling dat er wel toegevoegde waarde in de ICT-toepassingen zaten.

Beide leerlingen waren geen voorstander van het gebruik van sociale media voor wiskunde. De sociale media is voor deze leerlingen toch met name een onderdeel uit van privéleven. In de context van het privéleven willen ze niet geconfronteerd worden met huiswerk of andere aan school gerelateerd onderwerpen. Om deze reden heb ik sociale media niet ingezet in fase 3.

Uit de interviews heb ik geconcludeerd dat ICT-toepassingen wel degelijk van toegevoegde waarde kunnen zijn. Van belang is dat de ICT in de les goed geïntroduceerd worden. Daarnaast moet met ICT geoefend worden in de les, zodat de leerlingen ook thuis of in de werkleerruimte met deze toepassingen kunnen werken. Tevens is van belang dat digitale media, zoals Powerpoint en Youtube, moeten aansluiten op de theorie die behandeld is in de les.

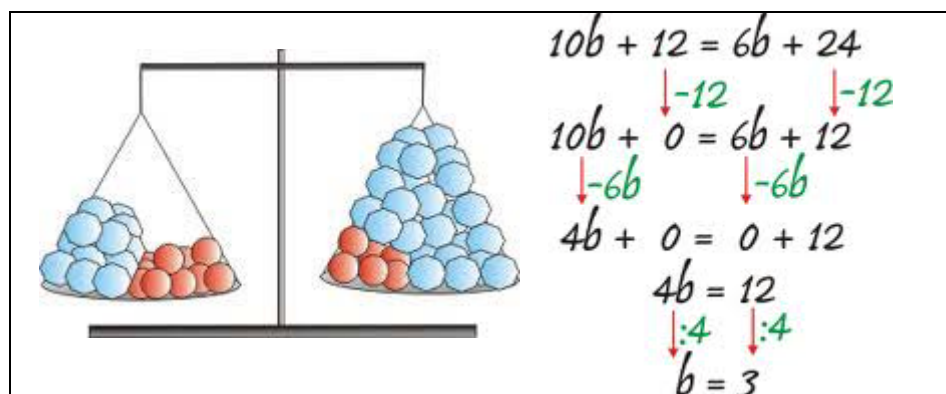
4.4 Fase 3 ICT in de praktijk

In de onderzoeksperiode is één keer per week gewerkt met ICT-toepassingen in de klas. Voor het gebruik van ICT had ik de beschikking over een smartboard. In de lessen gaf ik uitleg over de theorie en gebruikte ik de ICT-toepassingen als aanvulling op de uitleg en voor het verwerken en inoefenen van de nieuwe vaardigheden. Gedurende de onderzoeksperiode merkte ik in de observaties dat de leerlingen beter ging opletten en ze sneller aan het werk gingen. Ook uit huiswerkcontrole bleek dat de inzet voor een grote groep leerlingen omhoog ging. Na

¹⁹ Diagnostische toets aan het einde van een hoofdstuk voor testen van kennis en vaardigheden.

de lessen vertelde ook de stille leerling op de gang dat hij/zij het een goede les vond, omdat ze nu eindelijk snapte hoe het werkte.

Tijdens een les in de derde klas TGL is de balansmethode²⁰ behandeld. Voor deze methodiek zijn op internet verschillende animaties te vinden. In deze animaties wordt de oplossingsstrategie in de voor leerlingen herkenbare stappen uitgelegd (zie figuur 1: Balansmethode).



Figuur 1: Balansmethode – aan beide kanten haal je evenveel weg (balans).

Tijdens de observatie werd gelet op de verbale en non-verbale communicatie als reactie op de geanimeerde instructie. De introductie van de wiskundige vergelijking ($10b + 12 = 6b + 24$) roept direct reacties op. Deze reacties betreffen zuchten en opmerkingen van de aard “dat heb ik nooit gesnapt.”. Daarna werd deze wiskunde vergelijking in de vorm van een animatie aangeboden, zoals in figuur 1 (balansmethode) is te zien. Door de vergelijking te visualiseren werd voor de leerlingen duidelijk wat er in de verschillende stappen wordt gedaan. Gedurende de animatie kregen de leerlingen een soort ‘aha-erlebnis’ van ‘zit dat zo’ en ‘dat is eigenlijk helemaal niet moeilijk’. Door de herkenning van het stappenplan waren de leerlingen ook in staat nieuwe problemen op te lossen. Het gevolg was dat de leerlingen aan het werk gingen om alle wiskundige vergelijkingen op te lossen.

Bovenstaande beschrijving is één voorbeeld van een aantal animaties die in de proefperiode zijn gebruikt. Bijna alle leerlingen vinden deze ondersteuning een verrijking van de les. Ook geven de meeste leerlingen aan voor het proefwerk een hoger cijfer te hebben gehaald als gevolg van de animatie. Voor de leerling gaat het

²⁰ Balansmethode is een strategie voor het oplossen van wiskundige vergelijkingen.

leerrendement omhoog, en daarmee draagt deze vorm van ICT-toepassing bij aan de beantwoording van de onderzoeksvraag.

4.5 Fase 4 afsluitende enquête

In de onderzoeksperiode is elke week gebruik gemaakt van digitale hulpmiddelen (zie bijlage 4.3 Ingezette digitale hulpmiddelen). Begin april is de afsluitende enquête gehouden waarin de resultaten over deze inzet zijn verzameld²¹.

Op de vraag of de digitale hulpmiddelen ondersteunend werken in de Wiskunde hebben 20 van 23 leerlingen positief geantwoord. Het effect van deze ondersteuning was dat 12 leerlingen harder zijn gaan werken. De overige 11 leerlingen deden minder door de digitale ondersteuning. Een andere vraag ging over het effect van de digitale ondersteuning op het begrijpen van de theorie. Hierop antwoorden 15 van 23 leerlingen dat ze minder huiswerk hoefden te maken, omdat ze de theorie begrepen door het gebruik van applets en animaties in de les. Hiermee geeft het merendeel van de leerlingen aan dat applets en animaties een positieve bijdrage leveren aan het vak wiskunde, omdat het leerrendement omhoog gaat.

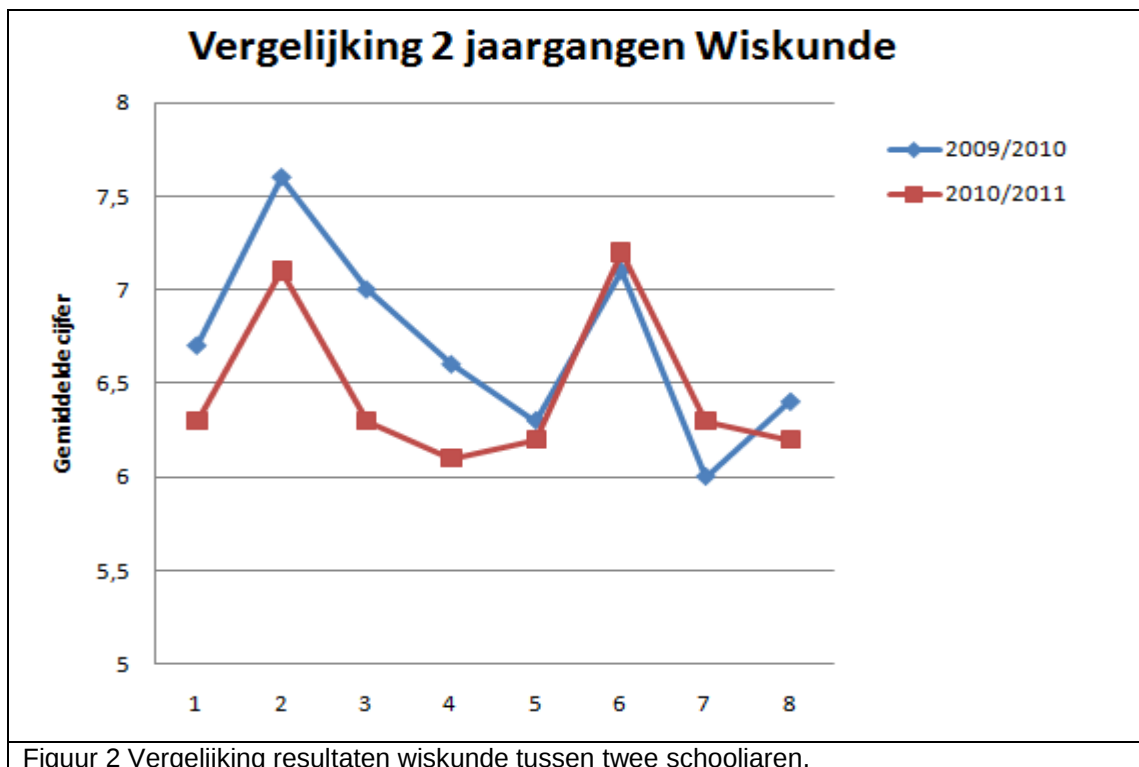
In een open vraag werd gevraagd te beschrijven welk effect het gebruik van animaties en applets had op de leerlingen. Het merendeel van de leerlingen geeft aan dat de animaties en applets de les interessanter (leuker) maken. Het gevolg van een leuke les is volgens deze leerlingen dat ze daardoor de theorie beter begrijpen. Als reden voor het beter begrijpen geven de leerlingen aan dat met name de animaties de wiskunde minder abstract maken. Het minder abstract is een gevolg van dat ze nu de theorie gevisualiseerd aangeboden krijgen. Twee leerlingen geven aan geen baat te hebben bij deze hulpmiddelen. De ene leerling raakt in de war van de animatie en een andere leerling snapt het beter als de theorie mondeling en schriftelijk wordt aangeboden. Ondanks het feit dat bijna alle leerlingen baat hebben bij de ICT-toepassingen moet er op individueel niveau wel bekeken worden welke toepassing wordt ingezet. Niet elke leerling leert op dezelfde manier volgens Gardner (2002). Hieruit kun je concluderen dat niet elke leerling het gebruik van ICT-toepassingen als toegevoegde waarde ervaart.

²¹ Zie bijlage 4.2

Het laatste onderdeel van de afsluitende enquête ging over het rendement van de digitale hulpmiddelen. Het overgrote merendeel geeft aan dat ze de Wiskunde beter begrijpen. Over het algemeen zijn de leerlingen positief over het cijfer, dat als gevolg van deze hulpmiddelen hoger is dan verwacht. Deze positieve uitkomst wordt onderbouwd met uitspraken als: 'ik ben het beter gaan begrijpen', 'ik heb daardoor een beter cijfer gehaald' en 'ik snap het nu beter'. Hieruit kan op kwalitatief niveau worden geconcludeerd dat ICT-toepassingen het cijfer voor wiskunde verbetert en daarmee bijdraagt aan de onderzoeksvraag.

4.6 Kwantitatieve analyse van het onderzoek

Voor maken van een kwantitatieve analyse zijn minimaal twee groepen noodzakelijk (Burns 2006). Het belangrijkste deel van het onderzoek is uitgevoerd in de derde klas TGL. Hiervan was voor mij geen tweede klas beschikbaar om resultaten te vergelijken. Om deze reden heb ik ervoor gekozen gedurende het onderzoek de gemiddelde resultaten te vergelijken met de gemiddeldes van mijn derde klassen in het vorige schooljaar. De gehanteerde methode in beide schooljaren was identiek.



In bovenstaande grafiek is een grafische weergave van de verschillen tussen 2009/2010 en 2010/2011. In de horizontale as staan de hoofdstuknummers (1 t/m 8) van de proefwerken en de verticale as de gemiddelde cijfers per hoofdstuk.

Vanaf hoofdstuk 5, in de wiskunde methode, is ICT gestructureerd ingezet. In de grafiek is af te lezen dat het gemiddelde verschil tussen 2009/2010 (blauwe lijn in de grafiek) en 2010/2011 (rode lijn in de grafiek) ongeveer 0,5 punt per proefwerk is. De vorige jaargang (2009/2010) scoort structureel hoger. Vanaf het moment dat de ICT-toepassingen worden ingezet is het verschil in gemiddelde cijfers te verwaarlozen.

Uit de vergelijkingen tussen de twee jaargangen blijkt dat het gemiddelde cijfer na inzet van ICT-toepassingen relatief verbeterd. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de cijfers gemiddeld met een 0,5 punt omhoog zijn gegaan. Deze kwantitatieve analyse bewijst dat de ICT-toepassingen een positieve bijdrage leveren aan het cijfer voor wiskunde.

5 Beantwoording van de onderzoeksvraag

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een antwoord gegeven op de onderzoeksvraag. Daarvoor wordt de literatuur uit hoofdstuk 2 vergeleken met de conclusies op dataniveau uit hoofdstuk 4. Voor het onderzoeken van mijn onderzoeksvraag heb ik een kwalitatieve analyse en een kwantitatieve analyse gemaakt (zie hoofdstuk 4).

In ga ik uit van de hypothese dat elke TGL-leerling een voldoende kan halen voor wiskunde. In mijn onderzoek ga ik ICT-toepassingen inzetten om de leerlingen een hoger cijfer voor wiskunde te laten halen. Om deze doelstelling te realiseren onderzoek ik ook welke ICT-toepassingen een bijdrage leveren voor mijn hypothese. Deze uitgangspunten hebben geleid tot de volgende onderzoeksvraag

Welke beschikbare ICT-toepassingen dragen bij aan een hoger leerrendement voor wiskunde en een hoger cijfer ?

5.2 Applets

In het onderzoek zijn applets uit de Wiskunde Oefen Toets automaat (Hesselink, 2010) , Wisweb (2011) en Math4All (2011) gebruikt. De Wiskunde Oefen Toets Automaat is een software programma dat de gebruiker kan downloaden²² en installeren op je eigen (privé) computer. Wisweb en Math4all zijn websites waar de programma's via internet gestart worden.

Wiskunde is volgens Kramer (2008) en Dormolen (1984) een vak waarbij inoefenen²³ wordt gebruikt om specifieke vaardigheden aan te leren. Voor het inoefenen heb je veel verschillende opgaven nodig om tegemoet te komen aan de verschillen tussen de leerlingen. Het verschil in leerlingen bij het inoefenen is de snelheid waarmee ze een nieuwe wiskundige vaardigheid zich eigen maken. Volgens Kramer (2008) is een groot voordeel van applets dat ze oneindig veel opgaven kunnen genereren.

De Wiskunde Oefen Toets Automaat voldoet aan het principe dat het oneindig veel opgaven kan genereren. Daarnaast is het mogelijk om per onderwerp in te stellen op

²² Kopiëren van internet naar je computer.

²³ Door veel herhalen vaardigheden automatiseren.

welk niveau de leerling wil oefenen. Een laatste belangrijk aspect is de mogelijkheid voor leerlingen om tips te krijgen en de bijbehorende theorie op te vragen²⁴. Hiermee wordt een zogenaamd adaptief karakter aan het programma toegevoegd. Het adaptieve karakter wil zeggen dat elke leerling op zijn eigen niveau kan werken. Volgens Streatmans (2009) is het voordeel van het eigen niveau dat de leerling niet gefrustreerd raakt door te moeilijk of te eenvoudige opgaven. Het effect van de applets was dat de helft van de leerlingen harder ging werken en de andere helft deed minder. De leerlingen creëren hiermee een individueel leertraject. Dit sluit aan bij de conclusie die Vanotterdijk (2002) trekt dat ICT bijdraagt aan de mogelijkheid tot individuele leertrajecten. Met een individueel leertraject stem je af op de verschillen tussen de leerlingen. Volgens van Grift (2010) is afstemmen op verschillen één van de drie instrumenten waarmee het rendement van leren omhoog gaat. Dit blijkt ook uit de reacties van de leerlingen in de enquêtes ('ik haal een hoger cijfer') en de observaties (leerlingen doen meer in de les en maken beter het huiswerk). Daarnaast bewijst de kwantitatieve analyse dat de cijfers omhoog gaan.

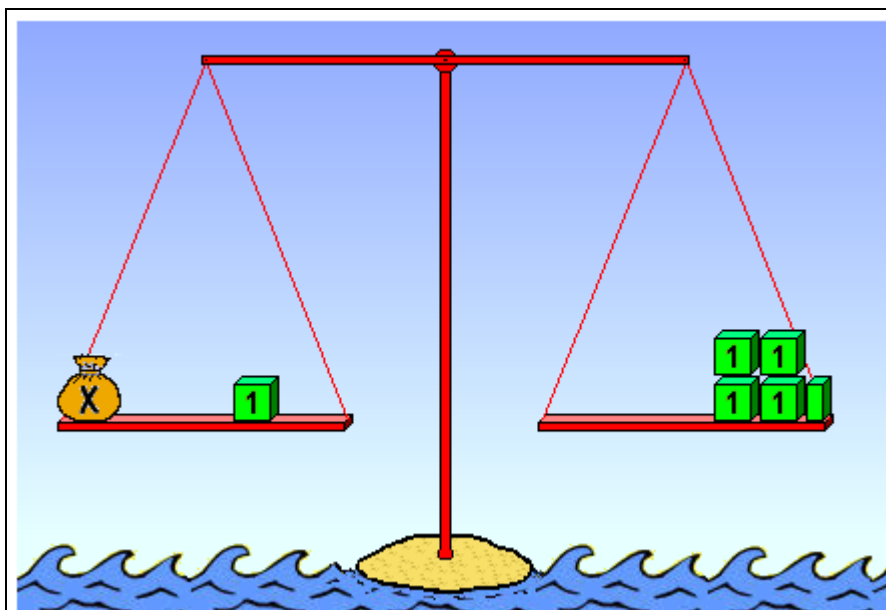
Uit mijn onderzoek blijkt dat applets met een adaptief karakter een bijdrage levert aan meer individuelere leertrajecten. De leerling bepaalt zelf op welk niveau en hoelang hij/zij oefent met een bepaald onderwerp voordat hij/zij verder gaat. Een belangrijke toevoeging is dat applets een aanvulling zijn in de les. Meer dan 75% van de leerlingen geeft de voorkeur aan de combinatie van theorie op het bord en werken via de computer. Geconcludeerd kan worden dat applets bijdragen aan de beantwoording van mijn onderzoeksvraag.

5.3 Animaties

Met animaties (Koenraad 2008) wordt de theorie van de wiskunde gevisualiseerd. Voor de visualisatie worden filmpjes van Youtube en tekenfilmpjes gebruikt. Op de volgende pagina staat een screenshot²⁵ van een animatie uit de Wiskunde Oefen Toets Automaat komt. In een interactieve animatie wordt de procedure uitgelegd voor het oplossen van een wiskundige vergelijking.

²⁴ Zie bijlage 5.1

²⁵ Schermafdruck van wat zichtbaar is op een computer beeldscherm.



Los op:

$$X + 1 = 4,5$$

Eén van de conclusies die Koenraad (2008) in zijn onderzoek trekt is dat multimedia de lessen veel dynamischer worden. Dynamische lessen zorgen volgens Koenraad voor meer betrokkenheid van de leerlingen, die daardoor gemotiveerder zijn. Opmerkingen van leerlingen, als het maakt de les veel interessanter en ik ben het nu beter gaan begrijpen, ondersteunen de conclusies van Koenraad (2008). Ook beantwoorden deze bevindingen van de leerlingen aan het aspect dat de docent alle leerlingen bij de les moet betrekken. Volgens van de Grift (2010) is het bij de les betrekken een belangrijk aspect voor het verhogen van het leerrendement.

De bevindingen van de leerlingen, het onderzoek van Koenraad (2008) en het onderzoek van van de Grift (2010) bevestigen dat animaties zeer geschikt als ondersteuning tijdens de wiskunde.

5.4 Digitale documenten

Tijdens het onderzoek zijn verschillende type digitale documenten gebruikt, zoals: PowerPoint-presentaties, theoriebladen²⁶, en antwoorden op diagnostische toetsen. Ze zijn in de les gebruikt en worden daarna beschikbaar gesteld aan de leerlingen via Teletop (ELO). Hierdoor kunnen de leerlingen thuis de les opnieuw bekijken en met behulp van de theoriebladen en de presentatie het huiswerk maken. De leerlingen die deze documenten hebben gebruikt zijn positief. Dit blijkt uit reacties dat

²⁶ Document waarin een stuk theorie wordt uitgelegd, eventueel met voorbeelden.

ze door PowerPoint het hoofdstuk beter begrijpen en dat ze thuis zich goed kunnen voorbereiden met behulp van de antwoorden van de Dtoets op een proefwerk. Leerlingen bevestigen in de laatste enquête dat ze door de digitale documenten hogere cijfers halen.

5.5 Conclusie

Op de deelvraag welke ICT-middelen kan ik inzetten, kan ik uit mijn onderzoek concluderen dat applets en animaties een positieve bijdrage leveren in het aanleren van wiskundige vaardigheden. Daarnaast bieden digitale documenten beschikbaar gesteld via een ELO ook toegevoegde waarde voor de leerlingen, omdat leerlingen aangeven hierdoor hogere cijfers te halen.

Wiskunde is vooral een kwestie van veel oefenen, waarbij de docent rekening moet houden met de verschillen van de leerlingen Dormolen (1981). De verschillen hebben betrekking op niveau (wat is mijn voorkennis en hoe snel leer ik een nieuwe strategie aan) en leerstijl: hoe leer ik?. Tijdens het onderzoek merkte ik uit observaties en huiswerkcontrole dat door de inzet van ICT-middelen de motivatie van leerlingen omhoog ging. Dit blijkt ook uit opmerkingen, als het wordt leuker of het wordt interessanter. De extrinsieke beloning, in de vorm van een hoger cijfer, heeft volgens Woodfolk (2008) als gevolg dat de intrinsieke motivatie omhoog gaat. Dit sluit aan bij mijn persoonlijke bevindingen dat leerlingen in de les beter mee doen en dat het huiswerk beter wordt gemaakt.

De kwalitatieve analyse heeft als uitkomst dat de inzet van ICT-toepassingen voor bijna alle leerlingen een positief effect heeft. Met name het gebruik van animaties en applets met een adaptief karakter verhogen het inzicht van de wiskunde bij de leerlingen uit de onderzoeksgroep. De leerlingen beschouwen deze ICT-middelen als een meerwaarde in het onderwijs en leiden tot hogere cijfers. In de kwantitatieve analyse heb ik aangetoond dat de cijfers inderdaad omhoog gaan.

In het onderzoek hebben enkele leerlingen aangegeven geen baat te hebben bij bepaalde ICT-toepassingen. Het werkt verwarrend voor deze leerlingen en geven de voorkeur aan theorie op het bord. Volgens de meervoudige intelligentie van Gardner (2002) zijn deze leerlingen veel meer linguïstisch intelligent dan logisch/ruimtelijk intelligent. Ondanks het feit dat ICT tegemoet komt aan verschillen tussen leerlingen is het niet de oplossing voor alle verschillen.

In het volgende hoofdstuk geef ik aanbevelingen voor de toekomst. Deze aanbevelingen gaan in op mijn praktijk en ik doe suggesties voor vervolgonderzoek.

6 Conclusies en aanbevelingen

De algemene uitkomsten van dit onderzoek wijzen uit, dat ICT-toepassingen bijdragen aan het doel dat leerlingen uit de bovenbouw van het VMBO-TGL een hoger cijfer halen voor wiskunde. In dit hoofdstuk geef ik aan wat dit betekent voor mijn onderzoeksdomein. Daarnaast doe ik enkele inhoudelijke aanbevelingen voor de praktijk en vervolgonderzoek.

De uitkomst van het onderzoek is dat cijfers omhoog gaan als bepaalde ICT-toepassingen geïntegreerd in het lesprogramma van wiskunde zijn opgenomen. De resultaten van het onderzoek zijn kwalitatieve en kwantitatieve zin getoetst.

6.1 Inhoudelijke aanbevelingen voor de praktijk.

In mijn school volgen de collega wiskundedocenten met belangstelling de uitkomsten van dit onderzoek. Volgend jaar wordt een nieuwe methode voor het derde leerjaar TGL wiskunde ingevoerd waarin een uitgebreide ICT-module met applets per hoofdstuk is opgenomen. De ICT-module is een additionele module binnen de methode. Doordat ik heb aangetoond dat bepaalde ICT-toepassingen de resultaten voor wiskunde verbeteren is besloten structureel gebruik te gaan maken van deze module in de lessen.

De ICT-module wordt gebruikt voor het maken van huiswerk. Uit mijn onderzoek komt ook naar voren dat leerlingen een combinatie van theorie op het bord en ICT-ondersteuning in de vorm van animaties en applets tijdens de regulier lessen waarderen. Dit betekent dat in mijn praktijk een set van ICT-toepassingen moet komen die in een lessituatie gebruikt kan worden. Een belangrijk kanttekening voor deze set is dat digitale media moet aansluiten op de theorie die behandeld is in de les. Mijn voorstel is om met een paar docenten, per wiskundig onderwerp, deze set te gaan samenstellen. In het eerste jaar moet goed gemonitord worden wat het effect is van de individuele ICT-toepassing. Voor het monitoren kunnen we gebruik maken van de onderzoekstools, zoals enquêtes en observaties, die ik heb gebruikt. Het resultaat moet een set van ICT-toepassingen zijn waarvan de leerlingen en de docenten vinden dat deze het cijfer voor wiskunde verhoogt.

Bij de resultaten van mijn onderzoek moet wel een kanttekening worden gemaakt. Ondanks het feit dat de resultaten voor wiskunde omgaan zijn er ook een paar

leerlingen die aangeven geen baat te hebben van de ICT-toepassingen. Het gemiddelde gaat weliswaar omhoog. Op individueel niveau zitten er verschillen. Het onderzoek heeft te weinig data om hier concrete uitspraken over doen. Vanuit mijn literatuuronderzoek (Boom 2010) in het eerste leerjaar kan ik alleen concluderen dat ze te weinig logisch/ruimtelijk intelligent (Gardner 2002) zijn voor de ICT-toepassingen die zijn gebruikt. De docent wiskunde moet niet verwachten dat elke leerling met de invoering van ICT-toepassingen zijn/haar cijfer gaat verbeteren.

Een voorwaarde voor de invoering van een ICT-toepassingen zijn techniek en digitale competenties van docenten. Simons (2002) merkt op dat het succes van ICT in het onderwijs sterk afhankelijk is van de technische aspecten. Hiermee bedoelt hij dat technische infrastructuur goed moet werken. Er is niets zo frustrerend als een voorbereide digitale les die in het water valt omdat de techniek niet werkt. Uit mijn onderzoek komt naar voren dat ICT-toepassingen de aandacht verhoogt en de motivatie verhoogt. Als de techniek je in de steek laat heeft ICT een averechts effect.

De tweede voorwaarde voor succes zijn de digitale competenties van de docent. De inzet van ICT in de lessen vraagt om een andere soort didactiek; de digitale didactiek volgens Awouters en Schuer (2005). Kral (2004) vertaalt het begrip digitale didactiek naar: *“Hoe zet je ICT zo in het onderwijs in dat het een positieve bijdrage levert aan het leerproces van de leerlingen.”*. Dit betekent voor docenten dat ze nieuwe (digitale) vaardigheden moeten inzetten, waardoor de les moet worden aangepast (Awouters en Schuer). Ondanks het feit dat we in digitale maatschappij leven is er nog steeds te weinig digitaal lesmateriaal (van der Neut, 2009). Het ontwikkelen en selecteren van digitaal leermateriaal vereist complexe vaardigheden. Daarom hebben docenten scholing en ondersteuning nodig (Van der Neut, 2009). Als de docent te weinig digitale vaardigheden heeft is de kans op succes kleiner. Voor het succesvol invoeren van de ICT-toepassingen moeten de docenten wiskunde zich verdiepen in de digitale didactiek. Digitale vaardigheden zijn een voorwaarde om de cijfers voor wiskunde te verbeteren.

6.2 Inhoudelijke aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

Het onderzochte groep leerlingen beperkte zich tot de bovenbouw TGL in het VMBO. Een belangrijke basis wordt gelegd in de onderbouw. Deze basis bestaat uit aanleren van specifieke vaardigheden die leerlingen nodig hebben in het wiskundeonderwijs.

In mijn onderzoek heb ik aangetoond dat de cijfers omhoog gaan als ICT-toepassingen in het lesprogramma worden opgenomen. In een vervolgonderzoek kan onderzocht worden wat de effecten zijn als ICT ook in de onderbouw gericht wordt ingezet.

De methode van hoe we iets leren is heel persoonlijk (Kolb, 1984). Deze verschillen noemen wij leerstijlen. Uit de data van mijn onderzoek komen ook verschillen naar voren die wellicht te maken hebben met leerstijlen. Het merendeel van de leerlingen is positief over het gebruik van animaties in de les. Maar een paar leerlingen geven aan dat het verwarrend werkt. Andere leerlingen geven aan dat ze meer baat hebben bij de uitleg van de docent. Een interessante vraag is of hoe bepaalt kan worden welke leerstijl(en) meer gebaat zijn bij ICT en welke leerstijl minder baat heeft bij ICT.

7 Evaluatie

In dit onderzoeksverslag heb ik antwoord gegeven op mijn onderzoeksvraag: “*Welke beschikbare ICT-toepassingen dragen bij aan een hoger leerrendement voor wiskunde en een hoger cijfer ?*”. Het opstellen, onderzoeken, analyseren van data en het trekken van conclusies heeft bij elkaar ongeveer een jaar in beslag genomen. Tijdens dit proces zijn er regelmatig momenten van reflectie. Volgens Kallenberg (2007) is reflectie een systematische methode van terugkijken op je eigen handelen in een bepaalde situatie. De belangrijkste resultaten van deze reflectie worden in dit hoofdstuk beschreven.

7.1 Wat heeft dit onderzoek voor mij betekend?

Centraal in dit onderzoek staat mijn hypothese dat alle TGL-leerlingen een voldoende kunnen halen voor wiskunde. Eén van mijn kwaliteiten als docent is behulpzaamheid. Door mijn hypothese en behulpzaamheid heb ik in het verleden veel geëxperimenteerd met werkvormen in de klas. De resultaten van deze experimenten waren wisselend. Wat me positief opviel was dat het rendement bij ICT-middelen altijd boven gemiddeld was. Deze constatering was voor mij het startpunt van de opleiding Master SEN. In mijn onderzoek heb ik gestructureerd ICT-middelen ingezet. Met de leerlingen is gereflecteerd op de effecten van de inzet van ICT. Het reflecteren ging in de vorm van enquêtes, observaties, en nabesprekingen op de gang. Uiteindelijk leverde de verkregen data een antwoord op mijn onderzoeksvraag. Door het meten en analyseren van de data werd concreet wat ik altijd vermoedde: ICT levert een positieve bijdrage aan het cijfer voor wiskunde.

Door het onderzoek ben ik tijdens de literatuurstudie en in het praktijkonderzoek me verder gaan verdiepen in de didactiek van de wiskunde. Met name de digitale didactiek heeft mij enkele nieuwe inzichten gegeven. Eén van die inzichten is het leren leren met behulp van ICT. Door het gestructureerd inzetten van ICT en directe bijsturing zag ik al snel rendement. Tijdens het onderzoek heb ik zwakke leerlingen zien ontwikkelen tot leerlingen die een kleine voldoende kunnen halen. Deze leerlingen zijn trots, omdat ze iets gepresteerd hebben wat ze niet hadden verwacht.

7.2 Wat heb ik als onderzoeker geleerd?

Vanuit de leerstijltest²⁷ van Kolb komt naar voren dat ik een doener ben. Een doener wacht niet met het nemen van beslissingen voordat hij alle consequenties van een keuze overziet. Tijdens het onderzoek heeft me dat wel tempo in het nemen van beslissingen gegeven. Een nadeel van deze leerstijl is dat ik af en toe doodlopende wegen in ben geslagen. Tijdens het schrijven van hoofdstuk 5; beantwoording van de onderzoeksvraag, vielen alle puzzelstukjes op zijn plaats. De conclusies uit hoofdstuk 4 moeten verbonden worden met literatuurstudie uit hoofdstuk 2. Deze ervaringen kan ik goed gebruiken om een volgend onderzoek meer gestructureerd aan te pakken door eerst het totale proces te overzien.

Tijdens de onderzoeksfase is de onderzoeker bezig met het verzamelen van data. Uit de verzamelde data trek je conclusies die antwoord geven op je deelvragen en onderzoeksvraag. Tijdens de onderzoeksfase ontving ik data die ik niet direct kon koppelen aan mijn deelvragen. Uit deze data ging ik nieuwe enquêtevragen opstellen. Een groot gevaar van deze aanpak was dat ik vragen ging beantwoorden die niets te maken hebben met de onderzoeksvraag. Op een bepaald moment heb ik mijn focus weer gericht op de deelvragen en mijn onderzoeksvraag. Mijn leerpunt is dat gedurende het onderzoek ik me altijd bewust moet blijven welke data ik kan gebruiken en welke data niet van toepassing zijn binnen het onderzoek.

7.3 Aanbevelingen voor andere onderzoekers.

Vanuit de ervaringen die ik heb opgedaan tijdens mijn onderzoek geef ik deze paragraaf een aantal aanbevelingen voor andere onderzoekers. Voordat het praktijkonderzoek start moeten de onderzoeksvraag en deelvragen helder zijn. Dit voorkomt dat je gedurende het onderzoek onnodig zijpaden gaat bewandelen, waardoor je in tijdsnood kan komen. Een tweede aanbeveling is vooraf een goed beeld te krijgen wat de verschillende fases van je onderzoek zijn. Zet een structuur op en vindt de samenhang tussen de fases van je onderzoek.

²⁷ <http://www.123test.nl/leerstijl/>

Ondanks de worstelingen, 'wat is de structuur van mijn verslag' en 'hoe kan ik kwantitatief meten met maar één klas', die ik tijdens het onderzoek heb gehad ben ik trots op het resultaat. Mijn vermoeden dat ICT-toepassingen van toegevoegde waarde voor het vak wiskunde zijn heb ik in dit onderzoek kunnen bewijzen.

Literatuurlijst

- Awouters, V., & Schuer, J. (2005). *Digitale didactiek. De elektronische leeromgeving als krachtig hulpmiddel bij competentieleren*. Antwerpen: De Boeck.
- Babel, K. van, (2010) *Anders knap toetsen*. www: http://www.platformsvmbo.nl/dossiers/documenten/Afstudeerscriptie_Anders_knap_toetsen_%20Kick_van_Baekel.pdf geopend 5 mei 2011.
- Blok, H. (2004). *Adaptief onderwijs: Betekenis en effectiviteit*. Pedagogische Studiën, 81(1), 5-27.
- Boom, R. (2010). *Kennisstuk Remco Boom*. Deventer: Fontys Hogeschool.
- Burns, A. C., (2006) *Principes van marktonderzoek*. Amsterdam: Pearson Education Benelux b.v.
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., Ecclestone, K., (2004). *Learning styles and pedagogy in post-16 learning. A systematic and critical review*. London: Learning and Skills Research Centre.
- Cordes, C., Miller, E., (2010) *Fool's Gold; A Critical Look at Computers in Childhood*. Internet www: http://drupal6.allianceforchildhood.org/fools_gold geopend 3 juni 2010.
- Craats, J. van der, (2010) www: <http://staff.science.uva.nl/~craats/resonansgroep.htm> geopend 12 februari 2011.
- Creswell, J.W. (2000). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Pearson Education, Inc.: Upper Saddle River. Deen, M. (2008) *Serious games in het onderwijs*. Tilburg: Hogeschool Fontys,

- Cuban, J. (2011) *Computer Use in a High School (1999-2010): Progress or Regress?* Internet www: <http://larrycuban.wordpress.com/2011/02/18/computer-use-in-a-high-school-1999-2010-progress-or-regress/> geopend 23 februari 2011.
- Deen, M. (2008) *Serious games in het onderwijs*. Tilburg: Hogeschool Fontys.
- Dormolen, J. van, (1981) *Didactiek van de wiskunde, derde, herziene druk*. Utrecht: Bohn, Scheltema & Holkema,
- Drijvers, P. (2003). *Algebraïsche vaardigheden, symbol sense en ICT*. Nieuwe Wiskrant, Tijdschrift voor Nederlands wiskundeonderwijs, 23(1), 38-42.
- Drijvers, P. (2007). Instrument, orkest en dirigent: een theoretisch kader voor ICT-gebruik in het wiskundeonderwijs. *Pedagogische Studiën*, 84 (5), 358-374.
- Droste, J. (2003). *Het kiezen van een elektronische leeromgeving:Advies* . Cinop, Den Bosch
- Dijkman, D., (2009) *Zinvol computergebruik bij wiskunde*. Eucladius 84-4. 171-174
- Ebbens, S. & Ettehoven, S. (2005). *Effectief leren, basisboek*. Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.
- Gardner, H., (2002). *Soorten intelligentie*. Amsterdam: Nieuwezijds
- Gerritsma, A. (2010). *Onderzoekvaardig in onderwijs*. Assen: Koninklijke Van Gorcum b.v.
- Goes, L. (2009). *De invloed van intrinsieke- en extrinsieke motivatie op schoolprestaties*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Goffre, F. (2002). Een halve eeuw onderzoek. *Wiskunde didactiek in Nederland, NAW 5/3 nr. 3 september 2002*, p 233-243.
- Gravemeijer, K. (1994). *Developing realistic mathematics education*. Freudenthal Institute: Utrecht.

- Hesselink, S. (2010) *Wiskunde Oefen Toets Automaat*. www: geopend 12 januari 2011 <http://home.tiscali.nl/shinelegs/wiskundeautomaat/>
- Inspectie van het Onderwijs (2009). *De staat van het onderwijs. Onderwijsverslag 2007/2008*. Utrecht: Inspectie van Onderwijs.
- Kallenberg, T., (2007) *Ontwikkeling door onderzoek. Een handreiking voor leraren*. Thieme Meuelnhof, Utrecht.
- Kennislink (2010). *Je leert méér met een computerspel*. Internet www: <http://www.kennislink.nl/publicaties/je-leert-meer-met-een-computerspel> geopend 20 februari 2010.
- Koenraad, A.L.M. (2008). *DigiBorden in de onderwijspraktijk: een review van de onderzoeksliteratuur*. Internet www: http://usat2.hku.nl/wp-content/uploads/2009/09/literatuurstudieiw_b_koenraad2008.pdf geopend 19 juni 2010.
- Kolb, D.A., (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kral M., (2004), 'Leren met ICT: digitale didactiek', in: Op zoek naar betekenisvol leren, Expertisecentrum voor Leren en Opleiden, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. www http://www1.han.nl/restyle/centraal/content/leren_met_ict.xml geopend 4 mei 2011.
- Kramer, J., (2008). *Eindelijk tijd voor iets extra's...* Eucladius 84-3 pp 99-100.
- Loughran, J., Hamilton, M.L., LaBoskey, V., & Russell, T. (Eds.) (2004). *International Handbook of Self-Study of Teaching and Teacher Education Practices*. Dordrecht/Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Lubberts, M., Oosting, H., & Wiersma, W. (2009). *Het gebruik van de ELO voor het differentiëren tussen de leerlingen, binnen het voortgezet Onderwijs*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Martens, R. L. (2007). *Positive learning met multimedia*. Open Universiteit Nederland: Heerlen

- Math4all (2011) Wiskunde voor het (V)MBO. www geopend 23 februari 2011.
<http://www.math4all.nl/index.html>
- McFarlane, A. et al. (2002). McFarlane, A., Sparrowhawn, A. & Heald, Y. (2002). *Report on the educational use of games*. Cambridge: TEEM
- Mijland, E. (2011) *Ideeënboek Sociale media in het onderwijs*. Internet www:
<http://www.ernomijland.com/docs/smiho.pdf> geopend 24 februari 2011.
- Mitchell, I. (2004). *Identifying Ethical Issues in Self-Study Proposals*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Nelissen, J.M.C. (1987). *Kinderen leren wiskunde*. Een studie over constructie en reflectie in het basisonderwijs. De Ruiter: Gorinchem.
- Neut, I. van der., (2009) *Bruikbaar digitaal leermateriaal. Ontsluiten van digitale leerobjecten? Investeer ook in de leraar*. www:
<http://kennisnetonderzoek.wordpress.com/inleiding/ontsluiten-van-digitale-leerobjecten-investeer-ook-in-de-leraar/> geopend 22 mei 2011.
- Onderwijsraad (2008). *Onderwijs en open leermiddelen*. Den Haag: Onderwijsraad.
- Simons, P.R.J. (2002). *Digitale didactiek: hoe (kunnen) academici leren ICT te gebruiken in hun onderwijs*. Inaugurele rede. Universiteit Utrecht.
- Sitzman, T. (2010) *A Meta-Analytic Examination of the Effectiveness of Computer-Based Simulation Game*. Internet www:
<http://tools.adlnet.org/Technologies/Evaluation/Library/Lit%20Reviews%20and%20Meta-Analyses/A%20Meta-Analytic%20Examination%20of%20the%20Instructional%20Effectiveness%20of%20Computer-Based%20Simulation%20Games.pdf> geopend 20 februari 2010.
- Smeets, E. (2005). *Does ICT contribute to powerful learning environments in primary education?* Computers and Education, 44 (3), 343-355.
- Smeijsters, H. (2009). *Onderzoek in en door de praktijk en practice based evidence in de lerende organisatie. Voorbeelden van onderzoek door*

kenniskringen van hogescholen. TH&MA –Tijdschrift voor Hoger Onderwijs en Management, 1, pp 4-13.

- Standaert, R., Troch, F., Peeters, I., Piedfort, S. (2007). *Leren en onderwijzen. Inleiding tot de algemene didactiek*. Voorburg: Acco.
- Straetmans, G., (2009) *Computergestuurde adaptieve intake-toets voor rekenen en wiskunde*. Internet [www: http://www.open.ou.nl/lds97/adaptintaketoets.htm](http://www.open.ou.nl/lds97/adaptintaketoets.htm) geopend 11 januari 2011.
- Streefland, L. (1983). *Theorievorming door ontwikkelingsonderzoek*. Tijdschrift voor nascholing en onderzoek van het reken-wiskundeonderwijs, 12(2), 20–24.
- Streun, A van. (2008) *Denk over wiskunde leren en onderwijzen*. [www: http://www.fi.uu.nl/elwier/materiaal/handboek/documents/LerenOnderwijzenEindversieNovember2008.pdf](http://www.fi.uu.nl/elwier/materiaal/handboek/documents/LerenOnderwijzenEindversieNovember2008.pdf) geopend 24 april 2011
- Streun, A., (2010) *Integratie van ICT in het wiskundeonderwijs*. [www: http://www.t3vlaanderen.be/symposia/data/pdf/Integratie%20van%20ICT%20in%20het%20wiskundeonderwijs.pdf](http://www.t3vlaanderen.be/symposia/data/pdf/Integratie%20van%20ICT%20in%20het%20wiskundeonderwijs.pdf) geopend 15-10-2010.
- Stevens, L.M. (2004). *Zin in school*. Amersfoort: CPS
- Pameijer, N, Beukering, T & de Lange S (2009). *Handelingsgericht werken: een handreiking voor het schoolteam*. p.58-66.
- Ponte, P. (2006). *Onderwijs van eigen makelij*. Soest: Boom Lemma uitgevers.
- Rutter, M. (1979). *Fifteen thousand hours*. London: Open Books.
- Vanotterdijk, R., (2002) *ICT als kwaliteitsstandaard in het Vlaamse onderwijs*. Internet [www: http://koine.vsko.be/doc/PB/artikelen%20ICT/ICTOVanotterdijkICT1.pdf](http://koine.vsko.be/doc/PB/artikelen%20ICT/ICTOVanotterdijkICT1.pdf) geopend 3 december 2010
- Wester, F., A. Smaling en L. Mulder (2000). *Praktijkgericht kwalitatief onderzoek*. Bussum: Coutinho.

- WisWeb (2011) *Digitale Wiskunde Omgeving*. www: geopend 14 januari 2011.
<http://www.fi.uu.nl/dwo/wismaat/mod2a/frameset.html>
- Woolfolk, A. et al. (2008). *Psychology in Education*. Harlow: Pearson Education Ltd.

Bijlage 2.1 Het observatie-instrument van Van de Grift en Van der Wal

De leraar ...

1. vraagt leerlingen na te denken over oplossingsstrategieën
2. moedigt kritisch denken van leerlingen aan
3. stemt verwerking van leerstof af op verschillen tussen leerlingen
4. stemt instructie af op verschillen tussen leerlingen
5. biedt zwakke leerlingen extra leer- of instructietijd
6. leert leerlingen hoe zij complexe problemen kunnen vereenvoudigen
7. zorgt voor interactieve instructie- en werkvormen
8. laat leerlingen hardop denken
9. hanteert werkvormen die leerlingen activeren
10. stimuleert het zelfvertrouwen van zwakke leerlingen
11. gebruikt de leertijd efficiënt
12. geeft duidelijke uitleg van het gebruik van didactische hulpmiddelen en opdrachten
13. gaat tijdens de instructie na of leerlingen de leerstof hebben begrepen
14. geeft feedback aan de leerlingen
15. betreft alle leerlingen bij de les
16. bevordert dat leerlingen hun best doen
17. zorgt voor een doelmatig klasmanagement
18. geeft duidelijke uitleg van leerstof en opdrachten
19. gaat tijdens de verwerking na of leerlingen de opdrachten op een juiste manier uitvoeren
20. zorgt voor wederzijds respect
21. ondersteunt het zelfvertrouwen van leerlingen
22. zorgt voor een ordelijk verloop van de les
23. zorgt voor een ontspannen sfeer
24. toont in gedrag en taalgebruik respect voor leerlingen

Deze handelingen van hun observatie-instrument zijn als volgt te groeperen:

1. Voldoende gelegenheid tot leren.
2. Veilig en stimulerend onderwijsleerklimaat.
3. Efficiënt klassenmanagement.
4. Heldere en duidelijke instructie.
5. Alle leerlingen bij de les betrekken.
6. Afstemming van het onderwijs op verschillen tussen leerlingen.
7. Leerlingen leren hoe ze iets moeten leren.
8. Monitoren van leerprestaties.

Bijlage 2.2 Inzet computers High School Amerika

Table 1 Las Montanas, 1999-2010

	1998-1999	2008-2010
Ratio of students to computers	4:1	1:1 grades 9-11 3:1 grade 12
Computer labs	10	2
% Teachers with computers at home	85	100
% Students with computers at home	90	100
Types of computer use by teachers:		
--Word processing	76	NA
--Make lesson plans	NA	97
--Record grades	59	97
--Take attendance	NA	100
--Internet searches	68	94
--Email	85	100
--Parent contact	NA	100
--Test students	NA	38

SOURCES: Teacher surveys, October 1998, October 2009; student surveys October 1998, October 2010

Bijlage 3.1 Criteria observaties in de les.

Tijdens de lessen waarin leerlingen zelfstandig aan het werk gaan met ICT wordt op de volgende criteria (Gerritsma 2010) gelet:

1. De leerling gaat na de instructie zelfstandig aan het werk.
2. De leerlingen reageren in lichaamstaal positief op de feedback die ze krijgen van de ICT-toepassingen.
3. De leerling daagt zichzelf uit om alle opgaven te maken.
4. De leerling vraagt om hulp als hij/zie niet verder kan.

BIJLAGE 4.1 Enquête 1 - nulmeting

1	In Teletop stonden verschillende hulpmiddelen die je kan gebruiken als hulp bij het leren van Wiskunde, heb je daar gebruik van gemaakt? (N=26)	
	Ja, elke week	0
	Ja, een paar keer	7
	Ja, één keer	4
	Nooit, Ga verder naar vraag 4	15
2	Welk(e) hulpmiddel(en) uit Teletop heb je gebruikt? (N=11) (meer antwoorden mogelijk)	
	Wiskunde Toets Oefenautomaat.	3
	YouTube filmpjes	5
	Powerpoint	4
	Uitwerkingen Dtoets.	4
3	Hebben deze middelen je geholpen bij het leren? (N=11)	
	Ik heb er veel aan gehad.	2
	Ik heb er wel wat van geleerd.	8
	Ik heb er weinig aan gehad.	1
	Ik heb er niets aan gehad.	0
4	Als je Wiskunde wilt leren, wat past dan het beste bij je? (N=26)	
	Alleen luisteren naar de uitleg.	5
	Eerst luisteren en dan oefenen.	14
	Doen en vragen als het niet lukt.	6
	Alles zelf uitzoeken.	1
5	Wat vind je in algemeen van Wiskunde? (N=26)	
	Ik vind het leuk.	1
	Ik vind het belangrijk.	12
	Ik moet het doen.	12
	Ik wil het niet.	1
6	Denk je dat Wiskunde met behulp van de computer leuker wordt? (N=26)	
	Dat weet ik zeker.	1
	Dat denk ik wel.	6
	Ik weet het niet zeker.	13
	Nee. (Ga verder naar vraag 9)	6

7	Ga je meer tijd besteden aan Wiskunde als je gebruik kan maken van de computer? (N=20)
	Ja veel meer 1
	Ja wat meer 7
	Ik weet het nog niet 9
	Nee 3

8	Denk je dat je Wiskunde kan leren door het spelen van spelletjes? (N=20)
	Ja 4
	Misschien 13
	Weet ik niet 3
	Nee 0

9	Ga je meer tijd besteden aan Wiskunde als je het beter gaat begrijpen? (N=26)
	Ja veel meer 4
	Ja wat meer 13
	Weet ik niet 5
	Nee 4

De laatste vraag is een open vraag.

10	Wat zou jij willen veranderen, zodat je resultaten voor Wiskunde omhoog gaan? (N=26)
	• Meer vragen stellen. • Meer opdrachten maken. • Meer samen oefenen in de klas. • Meer de materialen in Teletop bekijken. • Meer lezen. • Oefen stencils. • Hulpmiddelen (Teletop) gebruiken

BIJLAGE 4.2 Enquête 2

Tijdens de lessen wiskunde wordt steeds meer gebruik gemaakt van de computer. In de les worden animaties en PowerPoint van de theorie getoond en wordt het digibord gebruikt. Naast deze ondersteunende middelen staan in Teletop ook veel links naar animaties en oefeningen die de theorie verder verduidelijken.

1 Maak je gebruik van de hulpmiddelen in Teletop? (n=23)

Ja, elke week	1
Ja, elke maand	4
Een paar keer dit schooljaar	4
Nee	14

2 Vind je in het algemeen dat computerprogramma's hulp kan bieden bij het leren van de Wiskunde?

Ja dat ik zeker	6
Ja dat denk ik wel	14
Ik weet het niet	2
Nee	1

3 Welk effect heeft de ondersteuning door de computer op je motivatie?

Ik ga harder werken	3
Ik doe iets meer dan normaal	9
Ik doe iets minder dan normaal	10
Ik doe veel minder dan normaal	1

4 Wat past beter bij je, theorie op bord of theorie m.b.v. de computer

Beide	16
Computer	3
Bord	3
Geen van beiden	1

5 Heeft de uitleg met animaties en applets een positief effect gehad en het begrijpen van de theorie?

Ja, veel geholpen	11
Ja, ik snap het iets beter	6
Ik weet het niet	5
Nee, het werd onduidelijker	1

De leerlingen hebben bij deze vraag een toelichting op hun antwoord gegeven. De toelichtingen worden op de volgende bladzijde weergegeven.

Toelichting op vraag 5: Heeft de uitleg met animaties en applets een positief effect gehad en het begrijpen van de theorie?

- Door de animaties ben ik het beter gaan begrijpen.
- Het maakt de les interessanter.
- 5 leerlingen geven het antwoord: de les werd door de animaties leuker, waardoor ik het beter ben gaan begrijpen.
- Met de animaties wordt het makkelijker uitgelegd.
- Door de animaties is het makkelijker te begrijpen.
- Met de animaties wordt het duidelijker uitgelegd.
- Je ziet nu wat er gebeurt ('voor de leerling werd het minder abstract').
- Het is door de animaties veel overzichtelijker.
- Het vormt een bepaald beeld met de animaties voor als je het op papier moet zetten, van een paar cijfers en letters word je niet wijzer.
- Ik snapte het eigenlijk al, maar op de computer ondersteunde de theorie wel.
- Door al die blokjes snapte ik er niets meer van
- Ik snap het beter als ik meneer het uitlegt.

6 Wat was het effect van de animaties in de wiskundeles?

Ik snap het, dus ik ging alle opgaven maken	6
Ik snap het, dus ik heb maar een paar opgaven gemaakt	15
Ik snap het niet, dus ik heb alle opgaven gemaakt	1
Ik snap het niet, dus ik bijna geen enkele opgave gemaakt	1

7 Wat heb je in het laatste hoofdstuk uit Teletop tijdens je huiswerk gebruikt?
(meer antwoorden mogelijk)

Animaties	5
Powerpoints	3
Antwoorden Dtoets	2
Niets	13

De leerlingen hebben bij deze vraag een toelichting op hun antwoord gegeven wat deze middelen heeft opgeleverd:

- Door deze (*Animaties, Powerpoints*) ben ik de hoofdstukken beter gaan begrijpen.
- Ik kan thuis als voorbereiding op de toets nakijken (*antwoorden Dtoets*) of ik een antwoord goed of fout had.
- Het leverde mij een voldoende op.
- Ik heb daardoor (*Animaties, Powerpoints*) een beter cijfer gehaald.
- Een goed cijfer bij de toets en ik snap het nu beter.
- 7 x een goed cijfer voor wiskunde.
- Met sommige onderwerpen heb ik het niet nodig.
- 4 x weinig

BIJLAGE 4.3 Ingezette digitale hulpmiddelen

Hieronder staat een opsomming van de ingezette digitale hulpmiddelen en een korte omschrijving van deze hulpmiddelen.

1. **Teletop** – Elektronische leeromgeving die een soort raamwerk biedt, waarbinnen leermiddelen, studiewijzers en opdrachten worden aangeboden.
2. **Wiskunde oefentoets automaat** - De Wiskunde Oefen Toets Automaat is een software programma speciaal gemaakt voor het (middelbaar) onderwijs. Dit programma is Ook een prima alternatief voor bijles en remedial teaching.
3. **Animaties** – Korte instructiefilmpjes die in een paar duidelijke stappen een wiskundig onderwerp uitleggen.
4. **Applets** – Kleine computerprogramma's die interactief opgaven en feedback geven van bepaalde wiskundige onderwerpen.
5. **Powerpoint** – Een presentatie over wiskundige onderwerpen. Deze wordt in les gehandeld en de leerlingen kunnen de presentatie via Teletop thuis opnieuw bekijken.
6. **Youtube** – Filmpjes waarin een bepaald stukje theorie wordt uitgelegd. Deze filmpjes kunnen de leerlingen in Teletop opvragen.
7. **Dtotes** – Antwoorden en uitwerkingen van de diagnostische toets die in elk hoofdstuk staat. Hiermee kunnen de leerlingen oefenen voor proefwerk.

Bijlage 4.4 Kwantitatieve analyse

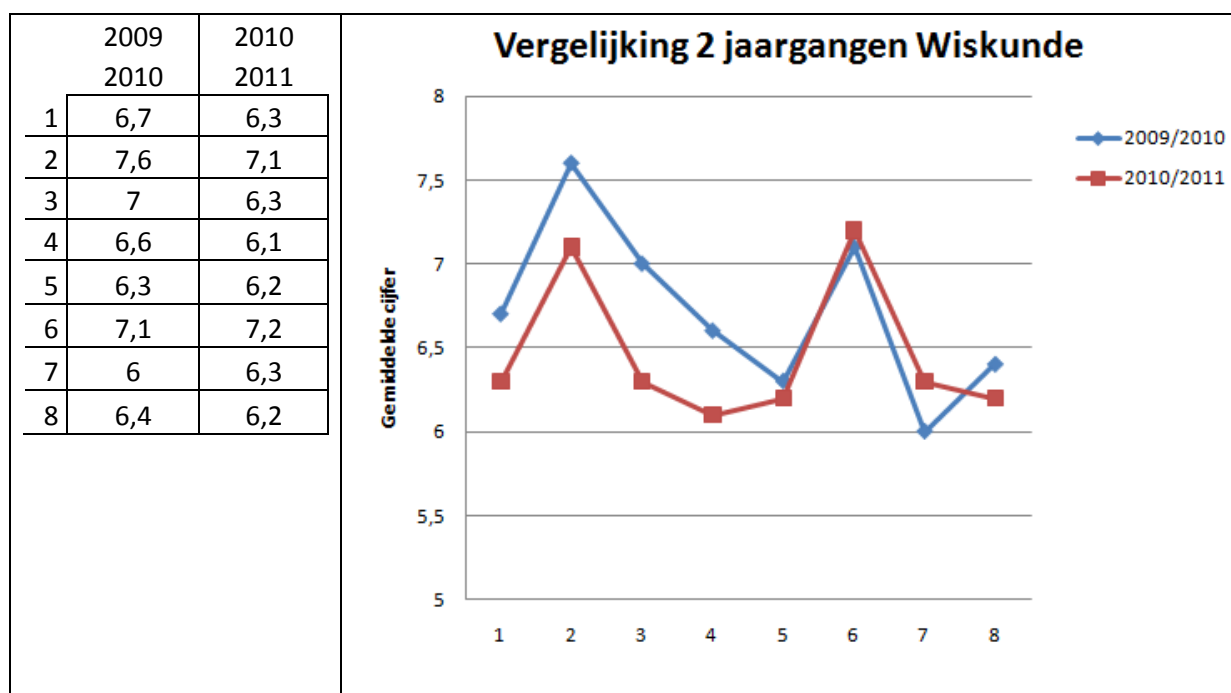
In de kwantitatieve analyse zijn de gegevens uit twee schooljaren (2009/2010 en 2010/2011) met elkaar vergeleken. In beide schooljaren hebben de leerlingen uit de derde klas van de het TGL dezelfde docent en dezelfde methode gehad.

In het schooljaar 2009/2010 zijn ICT-middelen niet bewust ingezet.

In het schooljaar 2010/2011 zijn de ICT-middelen vanaf hoofdstuk 5 bewust ingezet.

In de linkertabel zijn de gemiddelde scores van de leerlingen uit beide schooljaren (kolom 2 en 3) per hoofdstuk (1 t/m 8 – de eerste kolom) naast elkaar gezet. Deze scores zijn grafisch in de rechtergrafiek tegen elkaar afgezet.

Tot hoofdstuk 5 is het verschil tussen beide schooljaren gemiddeld 0.5 punt per hoofdstuk. Nadat de ICT-middelen zijn ingezet is het verschil verdwenen en werd er gemiddeld hetzelfde gescoord.



In de grafiek is de horizontale as (1 t/m 8) het hoofdstuknummer en is de verticale as (5 t/m 8) het gemiddelde cijfer dat voor dat hoofdstuk is gehaald

Bijlage 5.1 Wiskunde Oefen Toets Automaat

Voorbeeld van ondersteuning die de leerling krijgt bij het inoefenen van nieuwe theorie.

The screenshot shows a software interface for a math exercise. At the top, there is a timer showing '00:23' and a score '1.0'. Navigation buttons include 'Nieuwe opdracht', 'Z', 'A', 'Level', 'Tip 1', 'Theorie', and 'Uitwerking'. The main area on the left contains the text 'Hieronder zie je lijnstuk AB.' followed by a geometric diagram. The diagram shows a line segment AB intersected by two vertical lines. The top intersection has angles of 64° and 116° . The bottom intersection has angles of 120° and 60° . At point A, there is an angle marked with a question mark. Below the diagram, the task is stated: 'opdracht: Bepaal hoe groot hoek A is.' and there is an input field for the answer, preceded by 'antwoord:'. The right side of the interface is a large empty box for the student's work.

De leerling krijgt de een opgave: “Bepaal hoe groot hoek A is?”

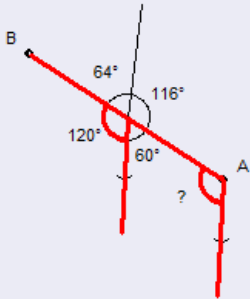
In de theorie les is behandeld hoe deze opgave aangepakt en opgelost moet worden.

Indien de leerling vastloopt dat kan hij vragen om een tip (zie button **Tip 1**)

In totaal kan de leerling 3 tips krijgen die leiden naar de oplossing van het vraagstuk, zoals in het volgende figuur is te zien.

04:27
0
Nieuwe opdracht
Z
A
Level
Theorie

Hieronder zie je lijnstuk AB.



opdracht:
Bepaal hoe groot hoek A is.

antwoord:

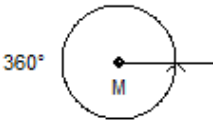
Herken de rode F-figuur.

Gelijke hoeken zijn nu met rood aangegeven.

Hoek A is dus ook 120°

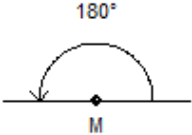
Als de leerling de theorie nog wil bekijken voor het oplossen van het vraagstuk dan kan op de button **Theorie** klikken. Onderstaand window wordt geopend waarin alle behandelde theorie staat.

heel rondje



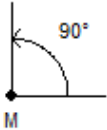
360°

half rondje



180°

kwart rondje



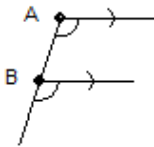
90°

gestrekte hoek

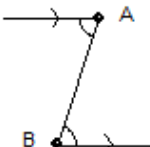


rechte hoek

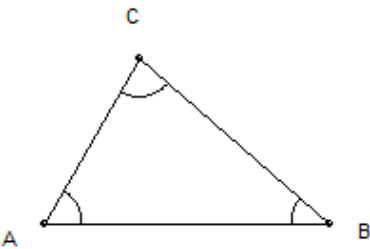




LA = LB (F-figuur)



LA = LB (Z-figuur)



LA + LB + LC = 180° (altijd, in ELKE driehoek)

