

'Moderne Wiskunde' verfilmd?

Een onderzoek naar effectiviteit
Van verfilmd lesmateriaal voor
VMBO-leerlingen.

A.S. de Vries

Groningen, juni 2002
R-0201

Rijksuniversiteit Groningen
Bibliotheek Wiskunde & Informatica
Postbus 800
9700 AV Groningen
Tel 050 - 363 40 01

‘Moderne Wiskunde’ verfilmd?

Een onderzoek naar de effectiviteit van verfilmd
lesmateriaal voor VMBO-leerlingen.

RUG, Wiskunde
Educatief Ontwerpen

Alrieke de Vries
Groningen, juni 2002

VOORWOORD

In deze scriptie doe ik verslag van mijn onderzoek naar extra uitleg voor VMBO-leerlingen, aangeboden als filmpjes op de computer. Ik heb met veel plezier aan dit onderzoek gewerkt. Voor het onderzoek heb ik eerst de filmpjes zelf ontwikkeld. Dit kostte veel tijd, maar het was de moeite waard. Ik wil als eerste Marjo van de Bekerom bedanken. Ze gaf me bij de voorbereiding op het maken van de filmpjes tips over het gebruik van materialen, verlichting en de inhoud van het script. Voor één van de drie gemaakte filmpjes moest een grote kompasroos gemaakt worden. Arend Smit heeft mij hiermee geholpen, door een digitaal plaatje van een kompasroos te maken. Arend, heel erg bedankt voor de moeite en tijd die jij hier in hebt gestoken. De docenten die mij hebben geholpen bij het testen van de filmpjes in de klas, wil ik bedanken voor al de tijd die ze aan mij en mijn onderzoek hebben besteed. Ik wil drs J. Tolboom en dr. A. van Streun bedanken voor hun didactische aandachtspuntjes bij het maken van de cd-rom met de filmpjes. Drs. C.J. Alberts wil ik bedanken voor de uitleg en ondersteuning bij de statistische verwerking van de resultaten. Ik wil Donald Staal en Beatrice Marttin bedanken voor dit project wat als basis diende voor mijn onderzoek. Dan wil ik mijn afstudeerbegeleider dr. J.A. van Maanen nog bedanken. Tijdens mijn afstuderen heb ik veel van hem geleerd.

Al met al ben ik 10 maanden met mijn afstuderen bezig geweest. Ik wil Pieter bedanken voor zijn steun in deze drukke maanden.

Groningen, juni 2002
Alrieke de Vries

INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK 1

1.1	PROBLEEMSTELLING	1
1.2	ONDERZOEKSVRAGEN	2
1.3	VOORSTUDIE	4
1.4	ONDERZOEKSOPZET	11

HOOFDSTUK 2

2.1	ONTWIKKELING VAN DE CD-ROM	13
2.2	VERLOOP VAN HET ONDERZOEK	16

HOOFDSTUK 3

3.1	RESULTATEN	19
3.2	CONCLUSIE	25

REFERENTIES

BIJLAGEN

BIJLAGE 1:	KLEURVLAK	29
BIJLAGE 2:	SCRIPT VAN DE FILMPJES	31
BIJLAGE 3:	ENQUÊTE FORMULIEREN	35
BIJLAGE 4:	TOETS	39
BIJLAGE 5:	RESULTATEN	41
BIJLAGE 6:	STATISTISCHE TOETSEN	45

HOOFDSTUK 1

1.1 Probleemstelling

In de boeken van 'Moderne Wiskunde' worden kleurvlakken gebruikt. De kleurvlakken bevatten een uitleg van een formule of maximaal 3 plaatjes met uitleg over het gebruik van een bepaald hulpinstrument. Voor sommige leerlingen zijn deze kleurvlakken voldoende duidelijk; zij kunnen direct aan de slag met de opgaven. Voor een aantal leerlingen gaat de uitleg in de kleurvlakken te snel. Ze kunnen het stukje uitleg niet zelf toepassen in een opgave.

De mogelijkheid bestaat om deze uitleg te verfilmen. Bij het werkboek dat de leerlingen moeten kopen zit een cd-rom. Wolters-Noordhoff overweegt om aan deze cd-rom filmpjes met de extra uitleg toe te voegen. Op deze manier wil de uitgeverij extra uitleg beschikbaar maken voor de leerlingen.

Voordat ze deze filmpjes aan de hand van de kleurvlakken gaan maken, willen ze een onderzoek instellen naar de behoefte van de leerlingen naar deze extra uitleg. Bij het onderzoek gaat het erom of de leerlingen gebruik zullen maken van deze filmpjes en of de het stellen van vragen tijdens de les afneemt. Bovenal zijn ze geïnteresseerd in de invloed die de filmpjes kunnen hebben op de resultaten van de leerlingen.

Vanuit wetenschappelijk oogpunt stel ik mijzelf de volgende vragen over de ondersteuning van het lesmateriaal en om de kwaliteit van de wiskundeles te verhogen. Zullen de leerlingen gebruik maken van de filmpjes? Als ze gebruik maken van de filmpjes, hebben de filmpjes effect op de resultaten van de leerlingen? Maakt het uit in welke vorm de filmpjes worden aangeboden?

In dit onderzoek staan de kleurvlakken over het gebruik van instrumenten centraal. Specifiek zal het gaan om het gebruik van de kompasroos, zoals dat wordt uitgelegd in het kleurvlak op pagina 20, 'Moderne Wiskunde: 1^b m/h/v' (zie bijlage 1).

1.2 Onderzoeksvragen

CENTRALE VRAAG

Helpt een filmpje, met extra uitleg over de meetkunde en de hulpmiddelen, de leerlingen om sneller (en beter) met de tekenhulpmiddelen over weg te kunnen? Heeft een filmpje met extra uitleg invloed op het leerproces van de leerlingen over de meetkunde? Kan het filmpje ingezet worden om de gewenste leerdoelen in termen van kennis, inzicht en vaardigheden te bereiken? Maakt het uit in welke vorm het aan de leerlingen aangeboden wordt?

Vragen vanuit de uitgever

Voor de uitgever is dit een belangrijk project. Het is een stap verder in de ontwikkeling van leermiddelen. Als dit project het gewenste resultaat heeft, wil Wolters-Noordhoff bij de nieuwe editie voor meerdere stukjes theorie een filmpje produceren. Om te weten of dit project de gewenste resultaten oplevert zijn er de volgende vragen die beantwoord moeten worden.

1. Zijn filmpjes effectief in het uitlegen van Wiskunde?
2. Vinden de leerlingen het bekijken van een filmpje met uitleg leuk? Als afwisseling of veel vaker?
3. Welk type filmpje spreekt het meest aan?
4. Maakt de beschikbare extra uitleg een eigen tempo of werkwijze mogelijk, zonder dat de leerling op de leraar hoeft te wachten?
5. Kunnen de leerlingen snel individueel een computer vinden of is het wachten op een computerles?
6. Is het mogelijk om een heel hoofdstuk te digitaliseren?

Vragen vanuit de onderzoeker

Leerlingen verschillen erg in persoonlijkheid en leerstijl en leerstrategie. Sommige leerlingen hebben veel behoefte aan uitleg of terugkoppeling en roepen dat ook op als zij over dat type hulp kunnen beschikken (zelfregulatie). Anderen stomen blind door en doen dat niet. Interessant is de vraag of het materiaal zodanig uitnodigend is dat ook het tweede type leerlingen er naar grijpt.

Ervan uitgaand dat de leerling de mogelijkheid heeft om het filmpje op school en thuis te gebruiken, zijn er de volgende vragen:

7. Kan de leerling na het zien van één van de filmpjes beter omgaan met de kompasroos?
8. Wil de leerling het filmpje wel gebruiken?
9. Heeft het filmpje invloed op het gedrag van de leerling tijdens les?
10. Zijn de opdrachten beter gemaakt door de leerlingen die de computer mochten gebruiken dan door de andere leerlingen?
11. Is er verschil tussen de toetsresultaten van beide groepen leerlingen?
12. Hoe heeft de leerling de stof verwerkt ten opzichte van de rest van het hoofdstuk?
13. Zijn de handelingen van een leerling die het filmpje gezien heeft, anders dan een leerling uit de andere groep?
14. Vragen de leerlingen die van de computer gebruikt hebben minder dan anders aan de docent?

VERWACHTINGEN

- Als extra uitleg via de computer beschikbaar is, zullen leerlingen hier sneller gebruik van maken dan dat ze in de klas om extra uitleg zouden vragen.
- De leerlingen die extra uitleg hebben gevraagd via de computer zullen beter met de kompasroos om kunnen gaan dan de andere leerlingen.
- De rest van het hoofdstuk wordt beter begrepen door de leerlingen die gebruik hebben gemaakt van de computer.
- Na de extra uitleg op de computer zullen de leerlingen de docent minder vragen stellen.
- De leerlingen vinden het leuk om zo (extra) uitleg te krijgen.
- De leerlingen willen ook thuis deze extra uitleg beschikbaar hebben.
- Omdat extra uitleg via de computer nieuw is, zullen de leerlingen iets onrustiger zijn.

1.3 Voorstudie

1.3.1 'MODERNE WISKUNDE'

De stijl van 'Moderne Wiskunde' is zo opgebouwd dat de leerlingen, naar de mening van Wolters-Noordhoff, zelfstandig en stap voor stap, hun eigen inzicht kunnen opbouwen. De opdrachten zijn zo gekozen dat ze de leerlingen stimuleren tot eigen denkwerk en geschikt zijn voor zelfstandig werken. De methode bevat eveneens mogelijkheden tot het 'inoefenen' van de verworven vaardigheden, door zowel kale oefensommen als sommen in een context. Daarnaast krijgen de leerlingen door de structuur en de heldere uitleg het nodige houvast en overzicht. De onderwerpen worden in een logische volgorde en met grote variatie aangeboden.

OPBOUW VAN DE METHODE

De wiskundemethode 'Moderne Wiskunde' bestaat uit de volgende componenten:

- *leerling-lesboek*
Het lesboek bevat opdrachten en leerstof voor de leerlingen om zich de noodzakelijke leerinhouden eigen te maken.
- *werkblok*
Het werkblok bevat alle voorbereidingen op het maken van een opgave. Zo staan er assenstelsels in, waarin de leerling een bepaalde grafiek moet tekenen. Het neemt de leerling, daar waar nodig, werk uit handen en maakt netjes en nauwkeurig werken mogelijk.
- *antwoordenboek (onderbouw)*
Het antwoordenboek is een belangrijke steun voor de leerlingen bij het zelfstandig nakijken van de opdrachten. De antwoorden zijn kort en bondig, zonder tussenstappen.
- *uitwerkingenboek (bovenbouw)*
Het uitwerkingenboek bevat alle antwoorden met een tussenstap. De leerlingen kunnen eventueel zien waar ze een fout hebben gemaakt. Het kan een belangrijke steun zijn voor leerlingen bij het zelfstandig werken en leren in de bovenbouw.
- *docentenboek*
Het docentenboek bevat algemene informatie, informatie over het lesboek, per hoofdstuk aanvullende informatie en een tweetal toetsen voorzien van uitwerkingen. Alle toetsen staan tevens op een bijgeleverde diskette.

Meer informatie over 'Moderne Wiskunde' is te vinden op:

<http://www.modernewiskunde.wolters.nl>.

OPBOUW VAN HET LESBOEK

De hoofdstukken van het lesboek hebben een vast indeling waarin ieder onderdeel een eigen functie heeft. Het hoofdstuk is opgesplitst in *Basisstof*, *Extra oefening*, *Gemengde opdrachten* en *Plusparagraaf*. Binnen deze vier onderdelen bestaat elke paragraaf uit twee pagina's; dit past bij het tempo van gemiddeld één paragraaf per les. Deze indeling zorgt ervoor dat de leerling en de docent gemakkelijk verschillen kunnen aanbrengen in de les, naar tempo en niveau.

De leerstof bestaat hoofdzakelijk uit opdrachten. Tussenteksten, in de vorm van kleurvlakken, leggen de theorie vast en geven de leerlingen houvast over de begrippen die zij moeten kennen en de vaardigheden die ze moeten beheersen.

DIDACTISCHE UITGANGSPUNTEN

De volgende drie punten zijn enkele belangrijke criteria voor goed wiskundig onderwijs, waaraan ik de leerstof in 'Moderne Wiskunde' wil toetsen (Arends, 1998).

- *leren door doen* (APS, 1999 / 2002)
 'Moderne Wiskunde' is erop gericht om leerlingen door middel van opdrachten inzicht in de wiskunde te laten verwerven. De activiteit van de leerling staat daarom in deze methode centraal. Via zelfontwikkelend leren biedt het lesboek ontwikkelend onderwijs. De leerling wordt gestimuleerd zelf begrippen en methoden te ontdekken, die vervolgens kort worden weergegeven in een kleurvlak. Het oefenen van de verworven inzichten gebeurt in oefensommen en contextrijke opdrachten.
- *streven naar zelfwerkzaamheid* (APS, 2000)
 Leerlingen kunnen zelfstandig de vier onderdelen van een hoofdstuk doorwerken. Omdat de opdrachten en oefensommen over kleine stukjes theorie gaan, worden de leerlingen stap voor stap begeleid door het lesboek. Eerst maken de leerlingen oriënterende opdrachten en vervolgens aan het einde van het hoofdstuk de toepassende opdrachten.
- *toepassingsgericht werken* (APS, 2000)
 Het toepassingsgericht werken komt vooral naar voren in de contextrijke opdrachten. Een andere manier om toepassingsgericht te werken is door het 'leren door doen' in praktische opdrachten. Deze praktische opdrachten zie je terug halverwege en aan het einde van het boek. Alle voorgaande leerstof moet in deze opdrachten gebruikt worden.

VAARDIGHEDEN

Het algemene leerplan van wiskundeonderwijs voor de onderbouw van het secundair onderwijs in Nederland is gericht op het bevorderen van het systematisch denken en redeneren in de wiskundetaal. De leerlingen moeten leren herkenbare en concrete verschijnselen en problemen te verbinden met wiskundige, abstracte formules (kerndoelen, 1998).

- *leren uitvoeren*
De leerlingen moeten basisvaardigheden verwerven en hun rekenvaardigheid vergroten (zoals hoofdrekenen, rekenregels gebruiken, meten en schatten).
- *leren leren*
De leerlingen moeten leren informatie te beoordelen (op betrouwbaarheid, representativiteit en bruikbaarheid). Ook moeten ze leren strategieën te gebruiken voor het aanleren van nieuwe kennis en vaardigheden. Ze moeten verbanden kunnen leggen tussen het onderwijs in rekenen / wiskunde en hun dagelijkse leefwereld
- *leren communiceren*
De leerlingen moeten leren overleggen en samenwerken in teamverband.
- *leren reflecteren op eigen leer- en werkproces*
Leerlingen moeten leren reflecteren op eigen wiskundige activiteiten en resultaten daarvan op juistheid controleren, door middel van antwoordenboek. Ze kunnen het testbeeld maken om te zien of ze de stof hebben begrepen.

RELATIE MET DIT ONDERZOEK

Belangrijke aspecten voor een les zijn zien, horen en voelen. Elke leerling heeft een voorkeur voor een manier van leren, waarbij hij zijn gevoel, gehoor of wat hij ziet volgt. Bij de ene leerling gaat dit proces snel, bij de ander iets langzamer. Daarom komt de docent in de klas soms grote niveauverschillen tegen. De wiskundemethoden bieden hiervoor een oplossing. Door extra materiaal beschikbaar te stellen, kan de docent de leerlingen op hun eigen niveau aan het werk zetten. Dit extra materiaal bestaat uit uitdagende opdrachten voor de snelle leerling en extra oefenmateriaal voor de zwakke leerling.

Bij vmbo-leerlingen komt het voor dat een leerling datgene wat zij leest niet om kan zetten in een fysieke handeling. Zo'n leerling loopt een achterstand op die niet gemakkelijk zelfstandig in te halen is. Deze leerlingen vragen veel aandacht van de docent. Wolters-Noordhoff zoekt naar oplossingen voor deze leerlingen. De methode, zoals Wolters-Noordhoff het heeft opgebouwd, lijkt erg compleet. Toch is er een gat voor de hierboven genoemde zwakke leerling. Computer-ondersteunend lesmateriaal zou een oplossing voor deze leerlingen kunnen zijn.

Over het gebruik van de computer in de klas is veel geschreven en gediscussieerd. Daarom zal ik ter voorbereiding op de precieze formulering van de onderzoeksvragen eerst een overzicht geven van de recente literatuur over de inzet van de computer voor remedial teaching.

1.3.2 LITERATUURBEVINDINGEN

De afgelopen jaren is de maatschappij veranderd van een industriële maatschappij naar een informatiemaatschappij. Het onderwijs moet daarom ook mee veranderen, om zo de leerlingen te kunnen voorbereiden op de samenleving waarin gebruik van Informatie- en CommunicatieTechnologie (ICT) heel normaal is. Daarom wordt het gebruik van ICT in het onderwijs gestimuleerd door de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen. Dit geldt voor basis- en voortgezet onderwijs, beroepsonderwijs, volwasseneducatie en de lerarenopleidingen.

Volgens Battista (1994) zijn computers tegenwoordig de belangrijkste apparaten die kinderen en volwassenen helpen bij berekeningen. In minder dan tien jaar werden computers achtereenvolgens uitgerust met numerieke, grafische en symbolische mogelijkheden (Tall, 1997).

Een handboek over de toepassingen van software (Kempe, 1996) geeft een overzicht van de toepassingsgebieden in het secundaire onderwijs. Zo leren leerlingen werken met verschillende programma's, zoals Excel en Cabri. Enkele wiskundemethoden besteden in het lesboek per hoofdstuk één paragraaf aan het gebruik van de computer en de toepasbaarheid van de behandelde stof. Ze gebruiken daarbij enkele in het handboek genoemde programma's.

Cabri is een voorbeeld van een softwareprogramma dat de leerlingen spelenderwijs kennis laat maken met figuren in het platte vlak (<http://users.pandora.be/wiskunde/cabri.htm>). Het werken met dit softwarepakket moet leerlingen motiveren om op een interactieve en dynamische wijze zelf meetkundige eigenschappen te ontdekken en relaties te onderzoeken. Bovendien wordt het voortaan mogelijk om vrij ingewikkelde meetkundige constructies precies uit te voeren. Potlood en tekenblad worden vervangen door een muisklik en het computerscherm.

Mogelijkheden van Cabri:

- Tekenen van punten, rechten, lijnstukken, driehoeken, veelhoeken, cirkels, kegelsneden...
- Constructie van loodlijn, midden lijnstuk, middelloodlijn, deellijn...
- Transformaties van objecten
- Meten van afstand, oppervlakte...
- Bepaling coördinaten van punten, vergelijkingen rechten en kegelsneden...
- Animaties...

Voor meetkundige constructies werden in het verleden enkel en alleen de geodriehoek, de passer en het liniaal gebruikt. Leerlingen moeten uiteraard nog steeds deze middelen vlot kunnen hanteren. Programma's zoals Cabri kunnen aan dit onderwijs in de meetkunde een extra dimensie toevoegen.

Met de nieuwe technologie komen er enthousiaste en hoge verwachtingen van het onderwijs aan de ene kant en afwachtende twijfel aan de andere kant. Deze twee verschillende kanten domineren de actuele discussies over het computergebruik in het wiskundeonderwijs. Het meetkundeonderwijs is het middelpunt van de discussie, omdat hogescholen erover klagen dat leerlingen weinig elementaire kennis hebben over dit onderwerp. Scholen klagen erover dat in het wiskundeonderwijs de meetkundeonderdelen steeds verder teruglopen. Er wordt niet meer de tijd genomen om de leerlingen fundamentele afbeeldingen in de meetkunde bij te brengen. In 1980 begon de discussie over dit onderwerp. Toen werd er een programma ontworpen zodat de computer een fundamenteel hulpmiddel en instrument werd om de leerlingen meetkundig inzicht bij te brengen. In de jaren '80 werden er verschillende programma's ontwikkeld die geen weerklank konden vinden in het onderwijs. In de jaren '90 vonden de ontwikkelingen plaats gericht op ruimtemeetkunde zoals Euklid en Geologgeometrie. Dit staat de laatste jaren nog steeds centraal. Het bestaan van de computer als instrument was wederom de aanleiding om na te denken over het doel en de inhoud van de meetkundeles. Dit vond op internationaal niveau plaats. Voor een groot deel gaat de computer de leraar vervangen. Daardoor krijgt de leraar andere taken in de klas. Hij moet de slimme leerlingen adviseren en de zwakke leerling begeleiden bij de stof. Voor deze nieuwe ontwikkelingen moet een nieuw softwarepakket ontwikkeld worden omdat er op dit moment nog geen pakket bestaat die deze veranderingen aan kan. Het wiskundig denken is al niet meer los te zien zijn van visuele representaties. De vraag is of dit een goede ontwikkeling is (Weigand, 1997).

Een voordeel van het gebruik van de computer in de wiskundeles is dat het inoefenen van technieken en methoden per leerling individueel aanpasbaar is. De leerlingen kunnen hun eigen ritme, eigen moeilijkheidsgraad en de hoeveelheid sommen bepalen. Zo leren ze kritisch naar zichzelf en hun werk te kijken. Ook het gebruik van praktische voorbeelden, die testbaar zijn op de computer zal tot meer inzicht en diepgang leiden (Bayens, 2000).

Een ander voordeel is dat de leerlingen beter leren omgaan met bepaalde opdrachten. In constructieopdrachten spelen meetkundige figuren een grote rol. Voor het doorgronden en analyseren van opdrachten moet de figuur begrepen worden. De leerlingen kunnen deze figuren door de computer laten tekenen. Het tekenen op de computer heeft als voordeel dat het scherm onbegrensd is. Door de in- en uitzoommogelijkheden kunnen de leerlingen de probleemsituaties beter bekijken. Voor ruimtelijke figuren zijn aparte softwarepakketten ontwikkeld. In deze programma's kunnen leerlingen spelen met de figuren om zo een beter ruimtelijk inzicht te verkrijgen. Leerlingen die problemen hebben op het ruimtelijk gebied moeten wel de mogelijkheid krijgen om deze software te gebruiken (Holland, 1992).

Van Streun (2001) noemt in zijn artikel vijf factoren die er voor zorgen dat ICT in het wiskundeonderwijs een essentiële plaats gaat krijgen:

- In alle landelijke examenprogramma's voor de wiskundevakken in het secundair onderwijs is het gebruik van computers in het schoolexamen voorgeschreven. Het type software waarvoor de computer moet worden gebruikt, is daarbij expliciet genoemd.
- Volgens het centraal eindexamen is het gebruik van de grafische rekenmachine noodzakelijk, daarom wordt het verplicht gesteld (NB: tot september 2001 was dit gebruik verboden).
- Tachtig procent van de leerlingen ouder dan twaalf jaar, heeft een computer thuis en maakt gebruik van de bijgeleverde software. Daardoor zullen de leerlingen de docenten al snel overtreffen in het toepassen van de software.
- Er is veel informatie over wiskunde beschikbaar op Internet. Leerlingen moeten leren om de hoeveelheid informatie te reduceren tot alleen nuttige informatie.
- De digitale leeromgeving kan meer oefenmateriaal en verwante onderwerpen op Internet onder de aandacht van de leerlingen brengen. Een aantal scholen gebruiken dit al, al is de vakdidactische invulling veelal nog ver weg. De technologie moet nog gekoppeld worden aan de inhoud.

Het gebruik van computers in de wiskundeles vraagt om aanpassingen van de docent en het klaslokaal. In het klaslokaal moeten genoeg computers beschikbaar zijn, zodat elke leerling tijdens de les achter de computer aan het werk kan. Voor het opzoeken van informatie op Internet is het handig als elke computer internettoegang heeft. De docent moet genoeg kennis hebben van het gebruik van de computer, kleine technische problemen moet hij kunnen oplossen. Ook is het prettig als de docent weet waar nuttige informatie beschikbaar is voor de leerlingen.

Maar niet alleen deze twee aspecten binnen de school moeten veranderen. Ook de leerdoelen moeten worden aangepast aan het nieuwe type onderwijs. Nu is het zo dat de leerdoelen hetzelfde zijn als de afgelopen jaren en het gebruik van de computer in de les meer een hobbyisme van de docent is. Wil de computer echt in de les worden opgenomen, dan zal hier iets aan moeten veranderen (Van Streun, 2001).

Bij al deze veranderingen moet de meerwaarde van de computer in de wiskundeles niet vergeten worden. Het kan een prachtige visuele ondersteuning creëren, wat erg belangrijk is bij analyse en meetkunde. Ook geeft de computer in een aantal gevallen goede feedback; er wordt direct gemeld of iets goed is. De computer is erg geduldig, je kunt eindeloos oefenen. Het inzetten van de computer bij onderzoek levert een makkelijke manier om gegevens te verwerken. De computer zal de docent niet helemaal kunnen vervangen, maar biedt wel de mogelijkheid om de tijd die de docent heeft beter te verdelen (Van Wijk, 1997).

Het gebruik van de computer is een verplicht kerndeel voor de basisvorming en een eindterm in het examenprogramma VMBO. De computer kan niet meer beschouwd worden als een verlengstuk van het bestaande lesmaterialen. Op dit moment is er digitaal materiaal beschikbaar dat specifiek geschikt voor om in het VMBO in te zetten. Maar het blijft veel tijd en geld kosten om ICT goed te implementeren in het onderwijs. De ICT-eindtermen van het VMBO bij wiskunde komen neer op het gebruik van de computer bij de onderdelen zoals rekenen, meten, schatten en statistisch verwerken van data. Ook bij het VMBO zit de meerwaarde in de visuele

ondersteuning. Met de computer is het mogelijk om op een speelse en uitdagende manier wiskunde en rekenen te oefenen. Het belang van het oefenen met de computer is versteviging van begrippen en het leren beheersen van bepaalde vaardigheden. De docent krijgt een hele nieuwe rol. Ze moet de leerlingen leren om op een goede manier met de computer om te gaan. Ze zal moeten zorgen dat de leerling niet blijft steken in de instructie van het programma, maar ook daadwerkelijk aan de wiskundige inhoud toe komt (Van Wijk, 2002).

De technische vooruitgang van de computers en vernieuwing van de computers op scholen brengen grote mogelijkheden met zich mee. Door speciale software voor het VMBO kunnen VMBO-leerlingen veel aan het computergebruik hebben, op school en thuis.

1.4 Onderzoeksopzet

Het onderzoek naar effectiviteit van verfilmd lesmateriaal zal plaatsvinden op het Rölíngcollege, afdeling Belcampo te Groníngen. Door de resultaten van twee groepen waarvan de ene wel gebruik maakt van het verfilmde lesmateriaal en de andere groep niet, naast elkaar neer te leggen wil ik de effectiviteit van het materiaal bepalen.

Het Rölíngcollege is als testschool gekozen, omdat deze school de wiskundelessen geeft uit 'Moderne Wiskunde' en aan de hand van deze methode zal het verfilmd lesmateriaal vervaardigd worden (zie hoofdstuk 2: ontwikkeling van de cd-rom). Het Rölíngcollege beschikt over twee computerruimtes die gereserveerd kunnen worden voor een lesuur. Op deze school zijn drie eerste VMBO-klassen die aan het onderzoek mee zullen werken.

Alle drie de klassen worden door de docent van de klas in twee groepen verdeeld, een controle- en een testgroep. De verdeling vindt plaats aan de hand van het niveau van de leerlingen, zodat beide groepen een even hoog leerniveau hebben.

Tijdens de test moeten de leerlingen één paragraaf maken, waarbij ze gebruik mogen maken van de theorie in het lesboek. Tevens mogen de leerlingen in de testgroep gebruik maken van de extra uitleg die beschikbaar zal zijn op de computers in een van de computerlokalen.

De docent zal tijdens dit lesuur geen klassikale uitleg geven. Individuele vragen van de leerlingen mogen wel beantwoord worden. De gestelde vragen kan de docent noteren op het enquêteformulier (zie bijlage 3). Hierbij gaat het vooral om vragen over de vraagstelling in de opgaven, het gebruik van de kompasroos en over de theorie.

De docent zal met de testgroep meegaan naar het computerlokaal, zodat alleen de variabelen die ik wil meten voor deze groep veranderen. Zelf zal ik de leerlingen in de controlegroep begeleiden tijdens het maken van de paragraaf.

De leerlingen moeten de opgaven van de paragraaf maken op proefwerkpapier en dit inleveren. Na het inleveren krijgen ze een enquêteformulier die ze moeten invullen en weer moeten inleveren. De vragen op dat enquêteformulier gaan over de beschikbaarheid van de docent tijdens de les, de behoefte aan extra uitleg naast de uitleg in het boek en over de zelfstandigheid van de leerlingen. Het is de bedoeling dat de leerlingen individueel de opgaven in de paragraaf maken en zelfstandig de enquête invullen. Eventuele extra opmerkingen kunnen de leerlingen kwijt op de achterkant van het enquêteformulier (zie bijlage 3).

Benodigdheden

de testgroep:

- kompasroos
- geodriehoek
- potlood en papier
- lesboek
- de filmpjes op de computer

de controlegroep:

- kompasroos
- geodriehoek
- potlood en papier
- lesboek

Als alle klassen het hoofdstuk hebben afgerond zal door de docent een toets worden afgenomen. De docent zal zelf deze toets nakijken en daarna het werk van de leerlingen aan mij overhandigen. De gemaakte paragraaf en de toets zal ik per leerling gaan bekijken.

Verder zullen alle gegevens van de testgroepen bijeen gestopt worden net als de resultaten van de controlegroepen. Aan de hand van de rapportcijfers, het maken van de paragraaf, het invullen van de enquête en de toetscijfers wil ik kijken of er significante vooruitgang is in de resultaten van de testgroep.

HOOFDSTUK 2

2.1 *Ontwikkeling van de cd-rom*

ONTWERPFASE

Voor het testen van een filmpje, moet je op verschillende aspecten letten. Zo kan het taalgebruik en de vormgeving van het filmpje invloed hebben. Ik heb gekozen voor het maken van drie filmpjes. Alle drie de filmpjes krijgen een andere vormgeving. Deze verschillende vormgevingen zullen straks nader worden toegelicht.

Voor het maken van de filmpjes heb ik een analoge videocamera gebruikt. Deze camera kon op een standaard TV-kaart met Svideo-input aangesloten worden. Om alle drie de vormgevingen te kunnen vastleggen, had ik twee statieven nodig. Eén statief was op de tafel, naar beneden gericht. Het andere statief kon in het horizontale vlak filmen. Het filmen vond plaats in het didactiekzaaltje op de universiteit. Dit zaaltje kon ik reserveren, zodat ik mijn werkopstelling niets steeds hoefde af te breken.

Het was de bedoeling om lesondersteunend materiaal te maken bij de wiskundemethode "Moderne Wiskunde". De tekst in mijn materiaal moest dus goed aansluiten bij de theorie die de leerlingen zelf kunnen lezen in het boek. Daarom is gekozen voor het letterlijk inspreken van de theorie, zoals die staat in het kleurvlak. Het hieruit ontstane script (zie bijlage 2) werd opgenomen na door Wolters-Noordhoff goedgekeurd te zijn.

De vormgevingen van de drie filmpjes zijn zo gekozen dat ze elk een bijzondere situatie in de klas uitbeelden. De filmpjes beschrijven elk een andere situatie die de leerling kan meemaken in de klas.

- filmpje 1: De docent legt de theorie uit aan de hand van een voorbeeld op het bord. De docent is steeds in beeld en wijst aan waar de leerling op moet letten.
- filmpje 2: De leerling ziet twee handen alle stappen een voor een uitvoeren. Het lijkt alsof de leerling bij iemand over de schouder meekijkt. De handen wijzen de belangrijke punten aan.
- filmpje 3: Zonder afleidende dingen in het beeld ziet de leerling de kompasroos als vanzelf de stappen uitvoeren. Alleen door het inzoomen weet de leerling dat er iets belangrijks gebeurt.

DE ONTWIKKELING

Omdat het filmpje een prototype zou worden voor Wolters-Noordhoff was besloten dat de tekst direct ingesproken zou worden bij de opnamebeelden. Dit zou veel minder tijd en energie kosten. Na de eerste pogingen werd al snel duidelijk dat dit niet ging lukken, of dat iemand anders zou moeten helpen bij de camerabediening. Daarom heb ik besloten om eerst de beelden op te nemen en daarna te zien hoe het geluid onder de gemonteerde beelden geplaatst kon worden.

Op advies van Marjo van den Bekerom, ben ik begonnen met filmen op beige papier. Dit zou een rustig beeld weergeven, omdat de kleurverschillen niet groot zouden zijn.

Tijdens het filmen werd duidelijk dat het beige papier juist niet voor de beste kleurnuances zorgde, maar onduidelijkheden opleverde. Daarom ben ik overgestapt op gebleekt, wit papier. Verder kwam tijdens het filmen naar voren dat de hoek die gemeten moest worden een andere kleur moest hebben dan de kompasroos. De meest contrasterende kleur met de kompasroos was rood. Daarom zijn alle hoeken met rood getekend.

Nadat voor elk filmpje alle beelden waren opgenomen, moesten de beelden bewerkt worden. Na elke stap werd de camera ingesteld op zoomen, zodat het resultaat beter zichtbaar werd. Daarbij wilde ik zorgen voor een vloeiende overgang van stap naar stap. De programma's die voor deze bewerkingen gebruikt werden, zijn "PCTV Studio" en "Adobe Premiere". Het eerstgenoemde was bij de hardware geleverd en daardoor een logische keuze om te gebruiken. Dit programma was helaas niet voldoende mogelijkheden en daarom heb ik ook gebruik gemaakt van "Adobe Premiere". Dit kan een opname knippen in stukjes van een honderdste seconde. Hierdoor was het vloeiend maken van de overgangen te realiseren. De geluidfragmenten bij elke stap werden apart opgenomen voor elk filmpje. Nadat de filmpjes bewerkt waren, konden de geluidsfragmenten eronder geplakt worden met "PCTV Studio".

Ik ben in totaal 4 maanden bezig geweest met het maken van de filmpjes. In deze periode heb ik eerst leren omgaan met de camera en heb ik de juiste materiaalkeuzes moeten maken. Daarna heb ik ervaring opgedaan met de, voor mij nieuwe bewerkingsprogramma's. Toen de mogelijkheden van de beide programma's voor mij duidelijk werden, volgde de bewerking van alle drie de filmpjes elkaar snel op.

Bij het laten zien van de eerste resultaten van de filmpjes aan Wolters-Noordhoff, werd duidelijk dat over de lay-out van de filmpjes nagedacht moest worden. Ik moest keuzes gaan maken over de lay-out en de manier waarop ik de leerlingen de filmpjes wilde laten gebruiken. Het idee was om de filmpjes op cd-rom te zetten, zoals Wolters-Noordhoff dat eventueel in de toekomst zou kunnen doen op de bestaande cd-rom met wiskundige software. Dit idee heb ik uitgewerkt. Ik moest wel met een aantal dingen rekening houden. De cd-rom die de leerlingen nu ter beschikking hebben, maakt gebruik van Internet Explorer. Ook heeft de cd-rom een specifieke vormgeving en maakt deze gebruik van een aantal basiskleuren. De punten heb ik allemaal meegenomen toen ik een browseromgeving ging maken voor de filmpjes.

DE UITEINDELIJK FILMPJES

Internet Explorer maakt standaard automatisch gebruik van de "Windows MediaPlayer" bij het afspelen van MPEG-filmpjes. Daarom heb ik tijdens het monteren rekening gehouden met het afspelen van de filmpjes door deze Mediaplayer.

Het beginscherm is hetzelfde als op de bestaande cd-rom (zie figuur 1). Op het scherm kun je door te klikken op een link een filmpje kiezen. In de eerste versie had ik de filmpjes de volgende namen gegeven: "docentfilmpje", "zelfdoenfilmpje" en "animatiefilmpje". Dit waren voor mij pakkende en korte namen. Nadat de eerste versie af was, heb ik enkele deskundigen geraadpleegd. Ze vonden de namen van elke link onduidelijk en de schermpjes van de filmpjes iets te klein. De namen zijn

veranderd in: "Een voorbeeld op het bord", "Wat moet je stap voor stap doen" en "Eén doorgaande beweging". Deze nieuwe namen geven aan wat de gebruiker kan verwachten van het filmpje. De namen zijn als links aangebracht op het beginscherm. Om de schermpjes iets groter te krijgen, moest ik de pagina helemaal op nieuw inrichten. Verder heb ik ervoor gekozen om de links lekker groot en opvallend te maken. Als je met de muis over de link gaat, verandert de kleur van de link van wit in rood. Door deze aspecten verwacht ik dat ook een leerling die niet veel achter de computer zit geen problemen heeft met het bekijken van de filmpjes.



figuur 1: Het beginscherm

Nadat je een link hebt aangeklikt, verandert het scherm. Je ziet nu een blauw scherm open staan. Ik heb de browseromgeving is zo ingericht dat de Mediaplayer op dit blauwe scherm zichtbaar werd. De Mediaplayer staat centraal op de pagina en valt meteen op. Boven de Mediaplayer staat een korte toelichting op het filmpje. Aan de linkerkant staan de links van de filmpjes weer weergegeven en de mogelijkheid om terug te gaan naar het beginscherm (zie figuur 2). De gebruiker hoeft op deze manier niet gebruik te maken van de knoppen die de browser heeft.



figuur 2: de link "een voorbeeld op het bord"

De uiteindelijke cd-rom bevat twee browseromgevingen. De ene is geschikt voor een resolutie van 1024 x 768 (15 inch monitoren of groter). De andere is geschikt voor een resolutie van 800 x 600 (14 inch monitoren of oude videokaarten). De school waar getest zou worden, heeft alleen 14 inch monitoren beschikbaar voor de leerlingen, daarom is deze laatste optie eraan toegevoegd. De leerlingen hoeven dan niet te scrollen, maar hebben alles direct in beeld.

2.2 Verloop van het onderzoek

Het onderzoek naar de invloed van extra uitleg op de computer werd uitgevoerd in februari 2002, op het Röllingcollege afdeling Belcampo te Groningen.

Ik heb gekozen voor dit moment van onderzoek, omdat de testgroep dan tijdens het maken van de paragraaf gebruik kon maken van het verfilmd lesmateriaal. Zo kon duidelijk naar voren komen of de uitleg uit het boek voldoende was, of dat de leerlingen extra uitleg door middel van verfilmd lesmateriaal over het gebruik van de kompasroos nodig hadden.

Eerst waren de klassen van Barbara Sikkens aan de beurt. Barbara had de klassen al opgesplitst in een test- en controlegroep. De leerlingen reageerden erg enthousiast en hadden zin in het onderzoek. Barbara ging met de testgroep naar het computerlokaal en ik begeleidde de leerlingen in de controlegroep in het gewone leslokaal. Tijdens de eerste testuur, moest het systeembeheer hulp bieden aan Barbara in het computerlokaal, omdat de leerlingen nog niet gewend waren aan het zitten achter de computer en het inloggen op het netwerk en ze niet wisten hoe de koptelefoon moest worden aangesloten. Met de hulp van het systeembeheer kon Barbara met de klas op gang komen. De controle- en de testgroep begonnen met het maken van de testparagraaf. Deze paragraaf bestaat uit 7 opgaven waarvan de leerlingen de eerste 6 opgaven moesten inleveren. Bij het maken van deze paragraaf mocht de testgroep facultatief gebruik maken van de extra uitleg op de computer. Na het inleveren van de opgaven kregen de leerlingen direct een enquêteformulier die ze allemaal hebben ingevuld. De testgroep leverde de enquêteformulieren bij Barbara in en de controlegroep leverde die bij mij in.

Na deze eerste les hadden Barbara, de jongen van het systeembeheer en ik een kort gesprekje over hoe het allemaal was verlopen. Door dit gesprek kwam het systeembeheer erachter dat hij de verkeerde versie geïnstalleerd had. Voordat het tweede testuur zou beginnen, kon hij dit nog aanpassen. Dit kwam omdat de cd-rom twee versies bevatten, verschillende versies voor nieuwe en oudere computers. Beide versies had hij wel op de harde schijf staan, bij het omzetten moest alleen de link van de 'shortcut' aangepast worden.

Het tweede testuur verliep een stuk soepeler. Barbara begeleidde weer de leerlingen in de testgroep in het computerlokaal en ik bleef met de controlegroep in het gewone leslokaal. De groepen konden al snel beginnen met het maken van de testparagraaf. In het begin van dit lesuur was het systeembeheer nog wel aanwezig bij de testgroep, maar zijn aanwezigheid was niet nodig. Nadat de opgaven gemaakt waren werden deze ingeleverd. Ze kregen na het inleveren het enquêteformulier dat ze hebben ingevuld en ingeleverd bij mij of Barbara.

De volgende dag zou de klas van Edith de Vries getest worden. Door roosterveranderingen kon het testuur niet op het wiskundelesuur plaatsvinden. De geschiedenisdocent van deze klas heeft de testgroep van deze klas begeleid in het computerlokaal. Van tevoren heb ik met deze docent de paragraaf doorgenomen en verteld wat ik van de leerlingen verwachtte. Ook dit testuur verliep verder als de andere twee beschreven lesuren. De geschiedenisdocent vond het een leuke ervaring en heeft geen hulp nodig gehad van het systeembeheer.

De testgroepen hebben geen moeite ondervonden in het bekijken van de filmpjes. Ze vonden dat de lay-out erg duidelijk en overzichtelijk was. Doordat de computers weinig geheugen hebben, kregen de leerlingen een schokkerig beeld te zien. Dit was een groot minpunt, zoals de leerlingen zelf in de enquête aangaven.

De leerlingen vonden het leuk om mee te werken en waren erg nieuwsgierig naar de rest van het onderzoek. Bij de controlegroepen heb ik aan het eind, nadat iedereen alles had ingeleverd, iets meer over het onderzoek verteld.

Enkele opmerkingen van de leerlingen op de enquête:

- "ik vond het erg makkelijk en leuk, ik was er snel mee klaar"
- "ik vond het een leuke gezellige les, je legde het mij heel goed uit"
- "ik vond het wel een leuke les, er werd goed uitgelegd in de filmpjes"

Direct na de tests is Barbara gestopt met werken op het RölingCollege. Signeira Caciono heeft haar lessen overgenomen. Signeira heeft de toets over hoofdstuk 11 afgenomen bij de leerlingen. Omdat het hoofdstuk al afgerond was, heeft deze overname geen invloed op de resultaten van de leerlingen. Door deze omstandigheden was de toets ongeveer anderhalve maand later door alle leerlingen gemaakt en door de docenten nagekeken. De leerlingen kregen de toets niet terug, want deze wilde ik gebruiken voor mijn analyse.

Er waren drie leerlingen die vergeten waren de paragraaf in te leveren. Toen ik hier achter kwam, was het al te laat om hier nog achteraan te gaan. Deze leerlingen zijn wel meegenomen in de berekeningen als 'missing value'.

Met de resultaten van de toets had ik alles bijeen voor een statistische analyse van de resultaten. Bij de enquête kon ik zien hoe positief de leerlingen uit de testgroep over de filmpjes waren en of de leerlingen wel gebruik van extra uitleg door middel van filmpjes zullen maken. Door het bekijken van het rapportcijfer, het maken van de paragraaf en het toetscijfer per individu kon ik zien of er vooruitgang was in de resultaten van de leerlingen door het gebruik van het verfilmd lesmateriaal. Ook de invloed van het verfilmd lesmateriaal op de notatie en verwerking van de paragraaf van een leerling wilde ik bekijken.

HOOFDSTUK 3

3.1 Resultaten

In totaal deden er meer mannen dan vrouwen mee aan het experiment (58% van de leerlingen is man en 42% is vrouw). De verhouding m/v in de test- en controlegroep was bijna gelijk (52% van de mannen nam deel in de testgroep en 48% in de controlegroep, bij de vrouwen deed 50% mee in de test groep en 50% in de controlegroep). De testgroep bestond uit 29 leerlingen in het totaal, de controlegroep bestond uit 28 leerlingen (tabel 1).

	testgroep	controlegroep	totaal
man	17	16	33
vrouw	12	12	24
totaal	29	28	57

tabel 1: verdeling mannen en vrouwen in de test- en controlegroep

Alle toetsen die in deze paragraaf gebruikt zijn, zijn omschreven in bijlage 6. Er werd verondersteld dat de testgroep en de controlegroep hetzelfde leerniveau hadden. Met behulp van de T-toets toegepast op de rapportcijfers, heb ik kunnen aantonen dat deze veronderstelling juist was. Omdat de T-waarde kleiner is dan $t_{0,05; 55}$, met 95% betrouwbaarheid, moet de nulhypothese worden aangenomen¹. Daarom is het mogelijk om beide groepen met elkaar te vergelijken (tabel 2).

		gemiddelde	std. deviatie	T-waarde
rapport	testgroep	6,4655	1,3075	1,12652
	controlegroep	6,8000	1,2003	

tabel 2: resultaten van het rapport

nulhypothese: beide groepen hebben hetzelfde leerniveau

alternatieve hypothese: beide groepen hebben een ander leerniveau

De paragraaf werd door de leerlingen binnen de controlegroep beter gemaakt dan de leerlingen binnen de testgroep. Maar de toets werd beter gemaakt door de leerlingen binnen de testgroep (tabel 3 en 4). Deze verschillen in resultaten zijn significant.

		gemiddelde	std. deviatie	T-waarde
paragraaf 11	testgroep	14,6552	5,9628	3,30293
	controlegroep	16,6429	4,1652	

tabel 3: resultaten van de paragraaf

nulhypothese: gemiddeld is de paragraaf door beide groepen even goed gemaakt.

alternatieve hypothese: gemiddeld is de paragraaf niet door beide groepen even goed gemaakt

		gemiddelde	std. deviatie	T-waarde
toets	testgroep	6,6828	1,3802	1,93762
	controlegroep	6,0536	1,6190	

tabel 4: resultaten van de toets

nulhypothese: de toets is door beide groepen even goed gemaakt

alternatieve hypothese: de toets is niet door beide groepen even goed gemaakt

¹ $t_{0,05; 55} = 1,6735$

Voor het verwerken van enquête heb ik de volgende verdeelsleutel gebruikt. Er zijn vier antwoordmogelijkheden (zie bijlage 3). Het antwoord dat positief was voor de filmpjes kregen vier punten en zo verder. Nu is er te zien dat de leerlingen binnen de testgroep aangaven dat de extra uitleg wel geholpen heeft. De controlegroep gaf aan dat de extra uitleg wel gewenst is (tabel 5).

		gemiddelde	std. deviatie	T-toets
enquête	testgroep	20,1379	2,6689	2,91626
	controlegroep	18,8214	3,1276	

tabel 5: resultaten van de enquête

nulhypothese: de enquête is door beide groepen onafhankelijk ingevuld

alternatieve hypothese: de enquête is afhankelijk ingevuld

De T-waarde is groter dan $t_{0,05; 55}$, daarom moet de alternatieve hypothese worden aangenomen. Dit betekent dat de leerlingen in beiden groepen de enquête afhankelijk hebben ingevuld. Dit komt omdat de test- en controlegroep eerst de paragraaf hebben gemaakt en daarna, aan het einde van de les, de enquêtevragen hebben beantwoord. De antwoorden in beide groepen zijn beïnvloed door de voorkeur voor dezelfde alternatieven die hun werd aangegeven.

De χ^2 -verdeling kan niet worden toegepast op elke enquêtevraag apart, maar door de omcodering is het wel mogelijk om de verdeling toe te passen op de gehele enquêtebeantwoording. De hypothesen zijn bij deze verdeling hetzelfde als bij de T-toets. De χ^2 -verdeling leverde de onderstaande tabellen.

totaal aantal keer positief geantwoord over het verfilmd lesmateriaal					
OBSERVED	1	2	3	4	TOTAAL
testgroep	24	92	88	28	232
controlegroep	46	78	75	25	224
TOTAAL	70	170	163	53	456

EXPECTED	1	2	3	4	TOTAAL
testgroep	35.614	86.493	82.930	26.950	232
controlegroep	34.386	83.509	80.070	26.035	224
TOTAAL	70	170	163	53	456

tabel 6: resultaten van de χ^2 -verdeling losgelaten op de enquête

De X-waarde die we krijgen is $X = 9,13718$. Deze waarde is groter dan $\chi^2_{0,05; 3}$. Daarom moeten we de nulhypothese verwerpen en de alternatieve hypothese accepteren². Beide groepen hebben voorkeur voor de aangeboden alternatieven die genoemd worden in de enquête. Dit geeft dus dezelfde resultaten als bij de T-toets.

De vraag die nu erg belangrijk wordt, is of er een correlatie bestaat tussen de resultaten van het rapport voor wiskunde, de wijze waarop de leerling de paragraaf gemaakt heeft en het toetsresultaat van dezelfde leerling. Deze correlaties kunnen worden weergegeven door de Pearson-Correlatie.

² $\chi^2_{0,05; 3} = 7,815$

testgroep

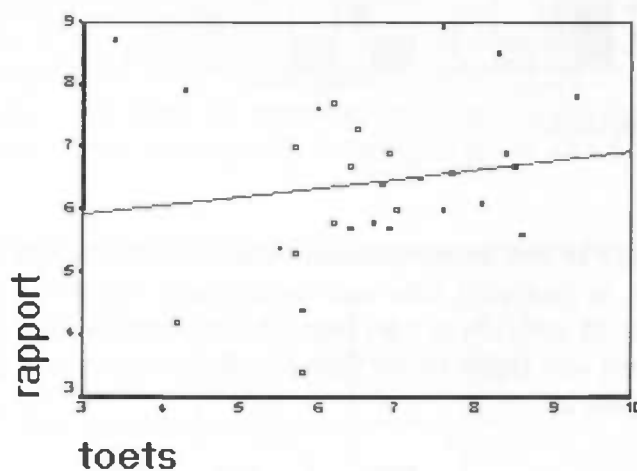
		paragraaf	toets	rapport
paragraaf	Pearson- Correlatie	x	0,574	0,106
	sig. (2-tailed)		0,001	0,584
toets	Pearson- Correlatie	0,574	x	0,153
	sig. (2-tailed)	0,001		0,428
rapport	Pearson- Correlatie	0,106	0,153	x
	sig. (2-tailed)	0,584	0,428	

controlegroep

		paragraaf	toets	rapport
paragraaf	Pearson- Correlatie	x	0,181	0,113
	sig. (2-tailed)		0,355	0,568
toets	Pearson- Correlatie	0,181	x	0,013
	sig. (2-tailed)	0,355		0,946
rapport	Pearson- Correlatie	0,113	0,013	x
	sig. (2-tailed)	0,568	0,946	

tabel 7: resultaten van de Pearson-Correlatie

Als we kijken naar de resultaten van de Pearson-Correlatie (tabel 7), dan zien we dat er maar één keer sprake van een redelijk duidelijk verband, namelijk bij de testgroep tussen hoe de paragraaf en de toets gemaakt zijn. De Pearson-Correlatie waarde ligt boven de 0,5 (figuur 1), daarom kunnen we spreken van een redelijke correlatie. Daarbij is de significantie 0,001. Dit getal houdt in dat er van de duizend keer dat je zo'n soort test zou uitvoeren er eenmaal geen correlatie te vinden is tussen de resultaten van de paragraaf en de resultaten van de toets. Bij de andere resultaten zijn geen correlaties te vinden. De significantie bij elk van deze Pearson-Correlaties is zo laag dat je kunt spreken van toeval.



figuur 1: correlatie tussen toets en rapport

Om te zien of er door een van beide groepen vooruitgang is geboekt ga ik per leerling het verschil bekijken tussen rapportcijfer en toetscijfer, en zowel op de testgroep als op de controlegroep pas ik een tekentoets toe.

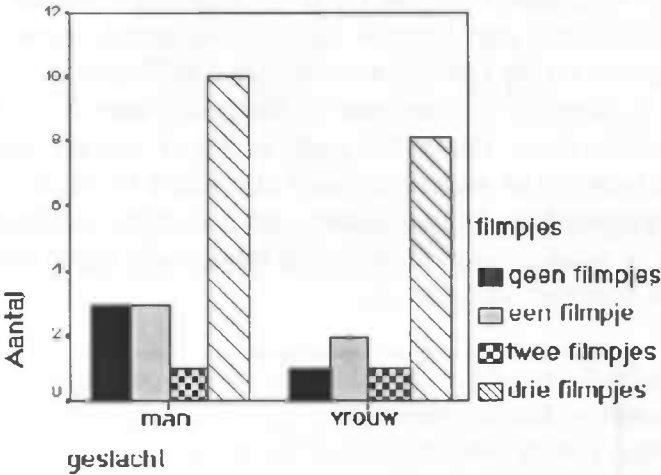
X is het aantal leerlingen met hoger toetscijfer dan rapportcijfer. Deze leerlingen hebben vooruitgang geboekt. Verder gebruik ik hier de betrouwbaarheidsgrens van 5%.

	N	nulhypothese	alternatieve hypothese
Testgroep	29	$p = \frac{1}{2}$	$p \neq \frac{1}{2}$
controlegroep	28	$p = \frac{1}{2}$	$p \neq \frac{1}{2}$

	gemiddeld	kans
Testgroep	0,2172	$P(x = 20) = 1 - P(x \leq 9) = 0,9066$
controlegroep	- 0,7464	$P(x = 9) = 1 - P(x \leq 20) = 0,9732$

tabel 8: resultaten van de Tekentoets losgelaten op het verschil tussen toets- en rapportcijfer

Uit de resultaten blijkt dat in de controlegroep de nulhypothese aanvaard moet worden en in de testgroep de alternatieve hypothese. Voor de controlegroep houdt dit in dat het aantal leerlingen waarin er wel verschil is tussen het rapport en de toets niet significant afwijkt. Bij de testgroep is dit niet het geval. In deze groep is dit aantal wel significant. Als je dan kijkt naar het gemiddelde van het verschil tussen toets- en rapportcijfer dan heeft de testgroep een kleine vooruitgang geboekt.



figuur 2

Het bekijken van de filmpjes is van verschillende factoren afhankelijk. De eerste factor die van invloed was, is geslacht. 75% van de vrouwen heeft alle drie de filmpjes bekeken, bij de mannen is dit 59%. Dit is een beduidend verschil. Waar ook een groot verschil in zit is het bekijken van geen enkel filmpje, bij de mannen is dit 18% en bij de vrouwen 8% (tabel 9 en figuur 2).

		geen filmpjes	één filmpje	twee filmpjes	drie filmpjes	totaal
geslacht	man	3	3	1	10	17
	vrouw	1	2	1	8	12
totaal		4	5	2	18	29

tabel 9: resultaten van het bekijken naar de filmpjes, onderverdeeld per geslacht

Het laatste filmpje is minder bekeken (65,5%) dan de andere twee filmpjes (resp. 79,3% en 72,4%). Dit kan komen door de positie van het filmpje waarop het wordt aangeboden aan de leerling (zie voor verdere gegevens tabel 9). Op zich zijn de filmpjes wel goed bekeken (meer dan 50%).

		aantal	frequentie
op het bord	gekeken	23	79,3%
	niet gekeken	6	20,7%
stap voor stap	gekeken	21	72,4%
	niet gekeken	8	27,6%
beweging	gekeken	19	65,5%
	niet gekeken	10	34,5%

tabel 10: resultaten van het bekijken naar de filmpjes, onderverdeeld per filmpje

48% van de leerlingen uit de testgroep vond de filmpjes redelijk duidelijk. Hierbij moet worden opgemerkt dat de computers een klein geheugen hadden, zodat de filmpjes een schokkerig beeld lieten zien (tabel 11).

	aantal	procent
filmpjes niet bekeken	2	6,9%
duidelijke filmpjes	5	17,2%
filmpjes een beetje duidelijk	9	31,0%
filmpjes een beetje onduidelijk	8	27,6%
onduidelijke filmpjes	5	17,2%
totaal	29	100,0%

tabel 11: resultaten van wat de leerlingen vonden van de filmpjes.

De leerlingen uit de testgroep antwoordden soms veel extremer op de vragen dan de leerlingen uit de controlegroep (tabel 12 & 13). Iets meer dan de helft van alle leerlingen (52%) vindt dat ze af en toe lang moeten wachten voordat de docent ze iets kan uitleggen. Volgens de leerlingen (68%) was het hoofdstuk over het meten en tekenen van hoeken erg gemakkelijk. Ze geven daarbij aan dat ze het boek over het algemeen duidelijk vinden (65%); waarbij 49% van alle leerlingen zei dat de gemaakte paragraaf niet simpel was. Over het algemeen vonden ze dat de opgaven goed te maken waren (74%). Ook vond de meerderheid van de leerlingen dat ze geen extra uitleg nodig hadden (67%). 77% van de leerlingen geeft aan graag zelfstandig te werken.

eerste voorbeeld van extreme antwoorden van de leerlingen uit de testgroep:

controlegroep:

helemaal mee eens	3	10,7%
beetje mee eens	9	32,1%
beetje mee oneens	8	28,6%
helemaal mee oneens	8	28,6%
totaal	28	100,0%

testgroep:

helemaal mee eens	2	6,9%
beetje mee eens	16	55,2%
beetje mee oneens	8	27,6%
helemaal mee oneens	3	10,3%
totaal	29	100,0%

tabel 12: De vraag: "Ik moet soms lang wachten voordat de docent mij iets kan uitleggen".

tweede voorbeeld:

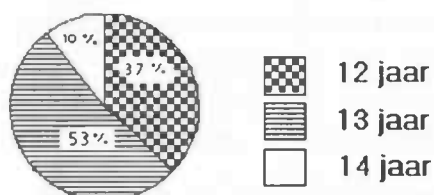
controlegroep:

helemaal mee eens	2	7,1%
beetje mee eens	11	39,3%
beetje mee oneens	12	42,9%
helemaal mee oneens	3	10,7%
totaal	28	100,0%

testgroep:

helemaal mee eens	17	58,6%
beetje mee eens	8	26,6%
beetje mee oneens	4	13,3%
helemaal mee oneens	0	0,0%
totaal	29	100,0%

tabel 13: De vraag: "Ik heb nooit extra uitleg nodig van de docent".



figuur 3

De leeftijd van de leerlingen was erg gevarieerd (figuur 2). Dit heeft geen invloed op de resultaten, omdat er geen significant leeftijdsverschil bestaat tussen de testgroep en de controlegroep.

De docenten waren over het algemeen goed te spreken over de filmpjes. Omdat het gebruik van het verfilmd lesmateriaal nog in een testfase zit, vonden ze het moeilijk om te zeggen of het in tijd scheelde en of de filmpjes erg nuttig waren.

3.2 Conclusie

De filmpjes hebben invloed gehad op de resultaten van de leerlingen. De leerlingen in de testgroep hebben vooruitgang geboekt, de resultaten van de toets zijn hoger dan de rapportcijfers (zie tabel 1 & 3). Deze vooruitgang is significant. Verder kunnen we uit tabel 1 halen dat de testgroep ondanks dat de paragraaf slechter was gemaakt, beter heeft gepresteerd op de toets dan de controlegroep (onderzoeksvragen 10, 11 & 12).

44,8% van de leerlingen vond de filmpjes onduidelijk en 48,2% duidelijk. De vrouwen (67% bekeek drie filmpjes) bekeken meer filmpjes dan de mannen (59% bekeek drie filmpjes). Het derde filmpje werd minder bekeken dan de eerste twee. De oorzaak hiervan lijkt te liggen in het feit dat de theorie na de eerste twee filmpjes al voldoende duidelijk was voor de leerlingen. 58,6% van de leerlingen in de testgroep gaf aan in het vervolg van de extra uitleg op de computer gebruik te willen maken. In de controlegroep was dit percentage iets hoger, 60,7%. Deze twee percentages zijn bijna aan elkaar gelijk. Ik vermoed dat mijn verwachtingen van het verfilmd lesmateriaal op de computer, vooraf aan het onderzoek, hoger waren dan er bij daadwerkelijk gebruik waargemaakt worden. Voor verder onderzoek kan dit van belang zijn.

De leerlingen gaven aan graag zelfstandig te willen werken (77% van alle leerlingen). Ze vinden het boek vrij duidelijk in het uitleggen van de theorie (64,9%). De testparagraaf vonden ze moeilijker dan het hoofdstuk over het algemeen.

De cd-rom heeft de resultaten van de leerlingen positief beïnvloed. De leerlingen zijn enthousiast, maar een stuk drukker, volgens de docenten. Dit komt omdat dat extra uitleg op de computer nieuw was voor deze leerlingen (onderzoeksvraag 9).

Het werk dat de leerlingen uit beide groepen hadden ingeleverd, verschilde weinig van het werk op de toets. De nauwkeurigheid waarmee de leerlingen werkten was niet veranderd. Ook de manier van noteren was hetzelfde gebleven binnen beide groepen, maar ook als je de groepen met elkaar vergelijkt. De extra uitleg heeft hierop geen invloed gehad (onderzoeksvraag 13).

Tijdens de les stelde de controlegroep veel vragen over het gebruik van de kompasroos, maar op de enquête vulden de leerlingen in dat ze bijna nooit extra uitleg nodig hadden. In de testgroep hadden de leerlingen dit ook op de enquête ingevuld en volgens de docenten werden er weinig tot geen vragen gesteld. Daarom kan geconcludeerd worden dat de extra uitleg op de computer invloed gehad heeft op het vragen naar extra uitleg in tijdens de les (onderzoeksvraag 14).

Deze nieuwe fase waarin de leerlingen zelfstandiger kunnen werken, zal voor de docent erg wennen zijn. Er zal van de docent hele andere kwaliteiten verwacht worden. Of het verfilmd lesmateriaal een vooruitgang is voor de docent dat valt dus nog te betwijfelen.

De volgende antwoorden kan ik aan de hand van mijn onderzoek, geven op de onderzoeksvragen:

vraag 1

De leerlingen in de testgroep geven aan dat de uitleg in het filmpje niet beter is dan de uitleg in het boek. De uitleg in het filmpje vult het boek wel aan, want in het boek wordt niet genoemd dat de leerlingen de benen van een hoek mogen verlengen.

vragen 2, 4 & 8

De verwachting is dat uitleg op afroep de individuele leerling beter helpt en de zelfstandigheid van de leerling stimuleert. De leerlingen vinden uitleg op de computer leuk en ze geven aan dat ze er gebruik van zullen maken.

vragen 3 & 7

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt de eerste vormgeving van de uitleg via filmpjes het meest bekeken te zijn, maar het tweede filmpje is ook goed bekeken. Daarom adviseer ik om twee filmpjes, "op het bord" en "stap voor stap", professioneel te ontwikkelen.

vraag 5

Wolters-Noordhoff zou de docent die met de methode ook de cd-rom bestelt erop moeten wijzen dat dit alleen zin heeft als wiskundelessen af en toe in het computerlokaal gegeven kunnen worden, of als de les zo georganiseerd wordt dat leerlingen individueel met een computer kunnen werken.

vraag 6

Voor het digitaal aanbieden van een heel hoofdstuk, moet bij de ontwikkeling rekening worden gehouden met de snelheid van de computer op scholen over het algemeen. De computers kunnen verouderd zijn en hebben in dat geval meestal te weinig geheugen. Het bekijken van een video geeft hierdoor een schokkerig beeld.

REFERENTIES

APSNieuwsbrief 28 (1999) *Doorslaand succes op Goudse Scholengemeenschap*.
<http://www.aps.nl/actueel.html>

APSNieuwsbrief 29 (2000) *Kennis maak je zelf!* <http://www.aps.nl/actueel.html>

APSNieuwsbrief 37 (2002) *Learning is doing*. <http://www.aps.nl/actueel.html>

Arends, R.I. (1998) *Learning to Teach*. 4^e editie. McGraw-Hill, Singapore

Baeyens, P. (2000) ICT en wiskunde in de eerste graad van het secundaire onderwijs. Een kritische reflectie... *Wiskunde & onderwijs*. **26** nr. 103, 377 - 384

Battista, M.T. (1994) Research into Practice: Calculators and Computers: Tools for Mathematical Exploration and Empowerment. *Arithmetic Teacher*. **41** nr.7, 412 - 417

Van den Born, W. e.a. (1998) *Moderne Wiskunde*. 7^e editie. Wolters-Noordhoff, Groningen.

Holland, G. (1992) Computerunterstützung beim Lösen geometrischer Konstruktionaufgaben. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*. **24** nr.4, 136 - 143

Kemme, S., Wieringa, K. en Van Wijk, P. (1996), *De computer in de wiskundeles*. Algemeen Pedagogisch Studiecentrum, Utrecht.

Kerdoelen 1998: <http://www.minocw.nl/kerndoelen/kern.doc>

Van Streun, A. (2001) De professie bedreigd of verrijkt ICT en Studiehuis. In: Breuker, P., Peters, J.J. en Van Streun, A. *Nieuwe perspectieven voor onderwijs en opleiding*. Groningen. pag.133 - 158

Tall, D. (1997) Informatietechnologie en Wiskundeonderwijs. *Nieuwe Wiskrant*. **16** nr.4, 4 - 11

Weigand, H. (1997) Computer – Chance und Herausforderung für den Geometrieunterricht. *Mathematik Lehren*. **82**, 4 - 8.

Van Wijk, P. (1998) De computer in de wiskundeles. *Euclides*. **73** nr.6, 194 -198

Van Wijk, P. (2002) ICT in het VMBO: Ook voor het VMBO zijn inmiddels diverse voorbeelden van geschikt digitaal materiaal. *Euclides*. **77** nr.5, 226 - 229

Bijlage 1: Kleurvlak

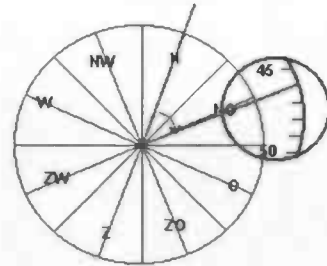
Het kleurvlak op pag. 20 van het boek 'Moderne Wiskunde', deel 1^b m/h/v:

Hoe meet je een hoek?

Je komt ook hoeken tegen waarvan geen enkel been naar het noorden wijst.

Het meten van zo'n hoek met je **kompasroos** doe je zó:

- 1 Leg het midden van de kompasroos precies op het hoekpunt.
 - 2 leg de lijn van 0° (N) precies op het been waar het rode pijltje begint.
 - 3 Lees bij het been waar het rode pijltje eindigt af hoe groot de hoek is.
- Bij de hoek hiernaast zie je 46 staan.
Die hoek is dus 46° .



Bijlage 2: Script van de filmpjes

SCRIPT EERSTE FILMPJE: EEN VOORBEELD OP HET BORD

"Dit is een hoek waarvan geen enkel been naar het noorden wijst."
hoek, getekend op het bord, in beeld 4 sec.

"De docent gaat deze hoek meten met een kompasroos."
de docent brengt de kompasroos in beeld 4 sec.

"Ze neemt hiervoor de volgende stappen:"

"Stap 1: Ze legt het midden van de kompasroos
precies op het hoekpunt."
*de docent legt de kompasroos precies op het
hoekpunt en wijst het midden van de kompasroos
aan 5 sec.*



camera inzoomen: de docent wijst het midden aan 8 sec.

"Stap 2: Ze draait de kompasroos, totdat het
noorden op het been ligt waar het pijltje begint."
de docent draait van de kompasroos en wijst het noorden aan 14 sec.

camera inzoomen: de docent wijst het noorden aan 6 sec.

"Stap 3: Ze verlengt de benen zodat ze goed en nauwkeurig kan aflezen."
de docent verlengt de benen van de hoek met de geodriehoek 31 sec.

"Na het verlengen legt de docent de kompasroos weer goed neer, met het midden
op het hoekpunt en het noorden op het been waar het pijltje begint."
de docent legt de kompasroos weer goed neer tegen het bord 10 sec.

"Stap 4: Ze kan nu aflezen hoe groot de hoek is bij het been waar het pijltje
eindigt."
de docent wijst aan waar je kunt aflezen hoe groot de hoek is 6 sec.

camera inzoomen: de docent wijst aan hoe groot de hoek is: 60° 6 sec.

"Deze hoek is 60 graden."
de docent schrijft de hoek erin 20 sec.

EINDE totaal: 2 minuten

SCRIPT TWEEDE FILMPJE: WAT MOET JE STAP VOOR STAP DOEN?

"Deze hoek heeft geen enkel been naar het noorden."

hoek is getekend in beeld 2 sec.

"Je gaat deze hoek meten met de kompasroos."

de handen leggen de kompasroos in beeld 3 sec.

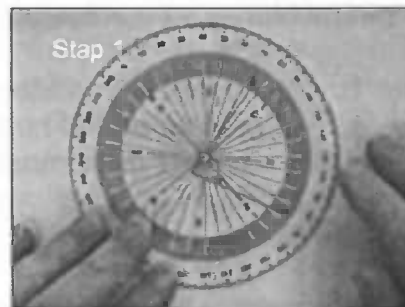
"Neem de volgende stappen."

kompasroos en hoek samen in beeld 3 sec.

"Stap 1: Je legt het midden van de kompasroos precies op het hoekpunt."

de handen leggen de kompasroos precies op het hoekpunt 10 sec.

camera inzoomen: een pen wijst het midden van de kompasroos aan 4 sec



"Stap 2: Je draait de kompasroos, totdat het noorden op het been ligt waar het pijltje begint."

de handen draaien de kompasroos totdat het noorden op het been ligt 20 sec.

camera inzoomen: de pen wijst nu het noorden aan 10 sec

"Stap 3: Je verlengt de benen zodat je nauwkeurig kunt meten."

de handen verlengen de benen van de hoek met een geodriehoek 30 sec.

"Je legt de kompasroos weer goed neer, met het midden op het hoekpunt en de noorden op het been waar het pijltje begint."

de handen leggen na het verlengen de kompasroos weer goed neer 17 sec.

"Stap 4: Je kunt nu aflezen hoe groot de hoek is."

camera inzoomen: de pen wijst aan waar je moet aflezen en hoe groot de hoek is 10 sec.

"Deze hoek is 80 graden."

de handen schrijven het aantal graden in de hoek 25 sec.

EINDE totaal: 2 minuten en 13 seconden

SCRIPT DERDE FILMPJE: EÉN DOORGAANDE BEWEGING

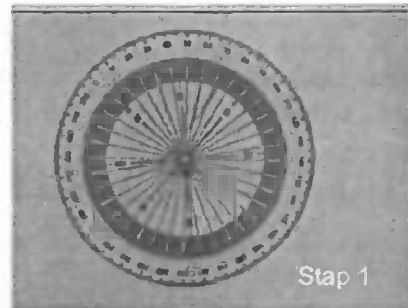
"Dit is een hoek waarvan geen enkel been naar het noorden wijst."
een getekende hoek in beeld 2 sec.

"Deze hoek meet je met een kompasroos."
kompasroos verschijnt in beeld 4 sec.

"Daarvoor nemen we de volgende stappen:"
kompasroos en hoek zijn samen in beeld 2 sec.

"Stap 1: Leg de kompasroos met het midden
precies op het hoekpunt."
*kompasroos gaat precies op het hoekpunt
liggen 4 sec.*

*camera inzoomen: het midden van de
kompasroos in beeld 7 sec.*



"Stap 2: Draai de kompasroos, zodat het noorden op het been ligt waar het pijltje
begint."
de kompasroos draait totdat het noorden op het been ligt 20 sec.

camera inzoomen: het noorden op het been centraal in beeld 5 sec.

"Stap 3: Verleng de benen zodat het aflezen goed en nauwkeurig gebeurt."
de benen verlengen zich 19 sec.

"Leg de kompasroos weer goed neer, met het midden op het hoekpunt en de
noorden op het been waar het pijltje begint. "
de kompasroos gaat weer goed liggen 6 sec.

"Stap 4: Nu kun je aflezen hoe groot de hoek is."
*camera inzoomen: de plek waar je moet aflezen hoe groot de hoek is, staat
centraal 8 sec.*

"Deze hoek is 70 graden."
Hoek met de graden erin geschreven in beeld 15 sec.

EINDE totaal 1 minuut en 30 seconden

Bijlage 3: Enquête formulieren

VOOR LEERLINGEN IN DE TESTGROEP

naam: ...

leeftijd: ...

geslacht: m / v

Je kunt je mening weergeven door bij elk van de volgende uitspraken te reageren met:

(a)	(b)	(c)	(d)
helemaal mee eens	en beetje mee eens	een beetje mee oneens	helemaal mee oneens

(maak per vraag één rondje zwart)

Ik moet soms lang wachten voordat de docent mij iets kan uitleggen.

(a) (b) (c) (d)

☐ ☐ ☐ ☐

Ik heb nooit extra uitleg nodig van de docent.

☐ ☐ ☐ ☐

Ik vind het leuk om uitleg op de computer te krijgen.

☐ ☐ ☐ ☐

Thuis zit ik vaak achter de computer

☐ ☐ ☐ ☐

Ik vind de uitleg in het boek altijd duidelijk.

☐ ☐ ☐ ☐

Dit was een makkelijk hoofdstuk.

☐ ☐ ☐ ☐

Ik vond deze paragraaf erg simpel.

☐ ☐ ☐ ☐

Ik kon de opgaven goed maken

☐ ☐ ☐ ☐

Ik werk graag zelfstandig.

☐ ☐ ☐ ☐

Ik vond de filmpjes erg duidelijk.

☐ ☐ ☐ ☐

Ik had extra uitleg nodig bij deze paragraaf

☐ ja ☐ nee

Zo ja: Ik heb daarom

☐ de docent gevraagd
☐ het boek weer gelezen
☐ de computer gebruikt

Ik heb bekeken: ☐ geen filmpjes

☐ de volgende filmpjes

☐ op het bord
☐ stap voor stap
☐ beweging

gebruik voor opmerkingen de achterkant.

Heel erg bedankt voor het invullen.

Alrieke de Vries

VOOR LEERLINGEN IN DE CONTROLEGROEP

naam: ...

leeftijd: ...

geslacht: m / v

Je kunt je mening weergeven door bij elk van de volgende uitspraken te reageren met:

(a)	(b)	(c)	(d)
helemaal mee eens	en beetje mee eens	een beetje mee oneens	helemaal mee oneens

(maak per vraag één rondje zwart)

	(a)	(b)	(c)	(d)
Ik moet soms lang wachten voordat de docent mij iets kan uitleggen.	☐	☐	☐	☐
Ik heb nooit extra uitleg nodig van de docent.	☐	☐	☐	☐
Thuis zit ik vaak achter de computer.	☐	☐	☐	☐
Ik vind de uitleg in het boek altijd duidelijk.	☐	☐	☐	☐
Dit was een makkelijk hoofdstuk.	☐	☐	☐	☐
Ik vond deze paragraaf erg simpel.	☐	☐	☐	☐
Ik kon de opgaven goed maken.	☐	☐	☐	☐
Als er extra uitleg is op de computer, dan zal ik er gebruik van maken.	☐	☐	☐	☐
Ik werk graag zelfstandig.	☐	☐	☐	☐
Ik had extra uitleg nodig bij deze paragraaf	☐	ja	☐	nee
Zo ja: Ik heb daarom	}	☐	de docent gevraagd.	
	}	☐	het boek weer gelezen.	

gebruik voor opmerkingen de achterkant.

Heel erg bedankt voor het invullen.

Alrieke de Vries

VOOR DE BEGELEIDENDE DOCENT

Wilt u op de volgende vragen antwoorden zodat ik een goed zicht krijg op de waarde van filmpjes in de les, ter ondersteuning van het lesmateriaal.

1. Wat vindt u van de filmpjes, zijn ze goed uitgevoerd?
2. Welke vragen stelden de leerlingen u, tijdens de les?
3. Welk filmpje sloeg het beste aan bij de leerlingen?
4. Waren de leerlingen goed aan het werk?
5. Reageerden de leerlingen anders dan normaal?
6. Was het gebruik van een filmpje nuttig?
7. Scheelt een filmpje in tijd voor u?
8. Heeft u nog verbeteringen op de filmpjes?

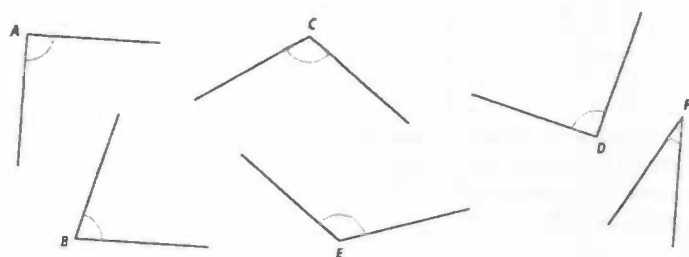
Bijlage 4: Toets

Schriftelijk hoofdstuk 11, versie 1

Moderne wiskunde 1VM

- ☐ Lenen van je burens is niet toegestaan.
- ☐ Werk netjes en overzichtelijk. Schrijf met een blauwe of zwarte pen.
- ☐ Tekeningen maak je met potlood en liniaal.
- ☐ Antwoorden moeten vergezeld gaan van een berekening of uitleg.

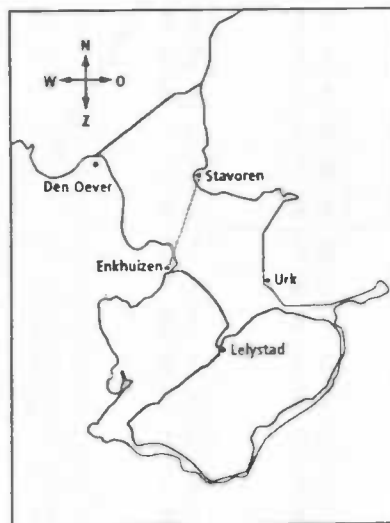
Opgave 1



- a. Welke van de hoeken hierboven is het grootst?
- b. Schrijf de hoeken op in volgorde van klein naar groot.
- c. Schrijf van de hoeken op of ze scherp, recht of stomp zijn.

Opgave 2

- a. De klas van Marije maakt tijdens een schoolreisje een tocht over het IJsselmeer. Vanuit EnkhuiZEN vaart de boot richting Stavoren. Onder welke koers vaart de boot?
- b. Aangekomen in Stavoren vaart de boot verder onder een koers van 280° . Naar welke plaats vaart het schip nu?
- c. Welke koers moet het schip varen om in Urk te komen vanuit Stavoren?



Opgave 3

- a. Teken met je kompasroos een hoek van 65° . Zet bij het hoekpunt de letter A.
- b. Teken met je kompasroos een hoek van 145° . Zet bij het hoekpunt de letter B.
- c. Teken met je kompasroos een hoek van 250° . Zet bij dit hoekpunt de letter C.

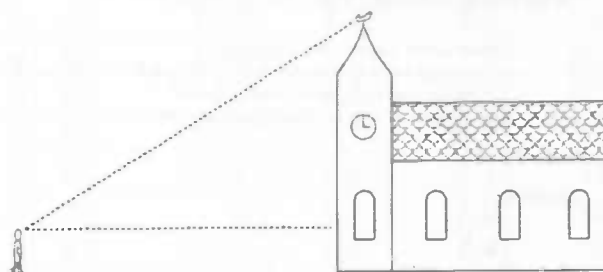
Opgave 4

Koos kijkt naar het haantje van de kerktoeren.

a. Meet de hoek op waaronder hij dat haantje ziet.

b. Schrijf de volgende zin over en vul in *groter* of *kleiner*:

Als Koos naar de toren loopt, wordt de hoek ...



Opgave 5

Hieronder zie je een tekening van een stoeprand en een lantaarnpaal.

a. De schaduw van de lantaarnpaal is getekend om 10 uur 's morgens.

Meet de kleinste hoek die de stoeprand en de schaduw maken.

b. Om 12 uur is de hoek precies loodrecht.

Hoe groot is de hoek dan?

c. Neem de zin over en vul in: Als hoek 1 groter wordt, dan wordt hoek 2 ...

d. Hoek 1 is om 14.00 uur 95° .

Bereken de grootte van hoek 2 om 14.00 uur zonder te meten. Leg uit hoe je aan je antwoord bent gekomen.



Bijlage 5: Resultaten

Resultaten van de testgroep

leer- lingen	enquêtevragen									punten paragraaf	toets	rapport	leeftijd
1	m	d	d	c	b	b	d	b	b	19.0	6.2	5.8	13
2	m	d	b	b	b	b	a	a	c	18.5	9.3	7.8	13
3	m	c	d	a	b	c	c	b	b	18.5	8.6	5.6	13
4	m	c	b	b	b	b	b	b	b	16.0	5.7	5.3	14
5	m	b	b	a	a	b	b	c	a	3.0	3.4	8.7	12
6	v	c	c	d	b	b	d	a	b	21.5	8.3	8.5	12
7	v	b	b	a	c	c	c	c	b	13.5	6.9	5.7	13
8	v	b	b	b	b	c	b	b	c	10.0	5.5	5.4	14
9	m	d	d	b	b	c	c	b	b	16.0	7.6	6.0	13
10	v	c	c	d	b	b	b	b	b	19.0	6.0	7.6	13
11	v	c	c	c	b	c	c	b	c	20.0	6.5	7.3	13
12	v	c	c	c	b	c	c	c	b	18.5	6.4	6.7	12
13	v	b	b	c	b	c	c	b	b	17.5	6.9	6.9	13
14	v	c	c	c	b	c	c	b	c	19.0	6.4	5.7	13
15	m	a	a	c	c	a	a	a	b	13.5	5.7	7.0	13
16	m	b	b	d	b	b	c	c	b	17.0	6.2	7.7	12
17	m	b	b	a	c	a	b	a	a	16.0	5.8	3.4	12
18	m	b	b	d	b	b	b	a	b	17.0	7.6	8.9	13
19	m	b	b	a	b	b	d	c	b	0	4.3	7.9	12
20	m	b	b	a	c	c	c	b	b	0	5.8	4.4	12
21	v	b	c	a	b	c	c	c	a	18.0	6.7	5.8	12
22	v	a	c	a	c	a	a	a	a	15.5	7.7	6.6	12
23	m	b	b	d	b	c	b	c	a	19.0	8.1	6.1	13
24	v	b	b	a	b	b	b	c	b	15.0	6.8	6.4	12
25	m	c	c	b	b	b	b	a	b	22.0	8.4	6.9	13
26	m	b	b	d	c	b	b	c	a	5.0	7.0	6.0	13
27	m	b	c	b	a	b	c	b	b	15.0	7.3	6.5	12
28	m	b	b	a	c	b	b	c	a	11.0	8.5	6.7	14
29	v	b	d	a	c	c	d	b	c	11.0	4.2	4.2	13

De maximaal te behalen score op de testparagraaf was 23 punten.

Resultaten van de controlegroep

leer- lingen	enquêtevragen									punten paragraaf	toets	rapport	leeftijd
1	v	c	b	c	c	a	b	a	c	21.0	7.2	9.6	12
2	m	d	b	b	b	b	b	b	c	16.0	7.2	5.0	14
3	m	b	a	a	b	a	a	a	d	15.0	6.2	7.8	13
4	v	d	d	a	b	c	c	b	a	14.0	4.1	9.7	13
5	v	b	c	a	c	b	c	a	c	15.5	4.1	6.2	13
6	v	b	d	b	d	c	c	d	b	16.0	4.9	7.3	13
7	m	c	b	a	c	b	c	c	c	0	5.1	7.0	12
8	v	d	c	d	c	c	c	c	d	18.5	6.2	7.4	13
9	m	b	a	c	c	a	a	b	b	21.0	8.3	8.9	13
10	m	d	c	c	c	c	c	b	b	20.0	6.0	7.9	13
11	m	c	b	b	a	a	a	a	a	14.0	5.8	5.9	12
12	v	d	b	c	a	b	a	a	a	15.5	6.2	5.9	12
13	m	c	c	d	c	a	a	a	b	18.5	6.9	7.1	12
14	m	c	c	c	b	b	c	b	b	18.0	3.1	6.9	13
15	v	c	d	b	b	c	c	b	a	20.5	6.5	7.5	12
16	m	c	b	b	b	b	c	c	b	18.0	6.0	6.2	14
17	v	c	b	c	c	a	b	b	b	13.0	7.6	6.8	13
18	m	b	b	d	b	c	c	c	d	16.0	8.3	5.7	13
19	v	b	c	b	c	b	b	b	c	16.5	7.6	5.1	12
20	m	a	c	a	b	b	c	b	a	17.0	3.1	6.8	12
21	m	d	c	b	b	b	c	a	b	19.5	6.0	6.0	12
22	v	d	c	a	b	b	a	a	b	19.5	5.8	6.7	13
23	v	d	c	a	d	a	a	a	a	18.5	8.3	6.4	13
24	v	b	c	b	b	b	a	b	b	20.5	8.1	6.1	12
25	m	b	c	b	a	b	c	b	a	12.0	7.0	6.4	13
26	m	b	b	c	b	b	b	b	b	13.5	3.8	5.8	13
27	m	a	b	a	b	a	b	a	a	20.5	3.1	5.2	13
28	m	a	b	c	c	b	a	b	b	18.0	7.0	7.1	14

Antwoorden van de docenten op de enquête:

1. Wat vindt u van de filmpjes, zijn ze goed uitgevoerd?
"Ja".
2. Welke vragen stelden de leerlingen u, tijdens de les?
 - "Wat moeten we doen?"
 - "waar moet de koptelefoon in?"
 - "Hoeveel filmpjes zijn er?"
 - "Hoe moet ik de kompasroos neerleggen?"
3. Welk filmpje sloeg het beste aan bij de leerlingen?
filmpje nr. 1. De leerlingen vonden het filmpje erg grappig
4. Waren de leerlingen goed aan het werk?
"Ja de meeste leerlingen waren goed aan het werk. Een enkeling wilde op internet en vond het niks aan".
5. Reageerden de leerlingen anders dan normaal?
"Bijna 30% van de leerlingen begon zich te vervelen, omdat het maken van de paragraaf en het invullen van de enquête niet een heel lesuur vulde".
6. Was het gebruik van een filmpje nuttig?
"Ja het gebruik van het filmpje was wel nuttig".
7. Scheelt een filmpje in tijd voor u?
"Dat is moeilijk te zeggen, omdat de leerlingen toch nog vragen over het onderzoek hadden".
"Ook waren er veel vragen over de computer en daar raakte ik veel tijd mee kwijt".
8. Heeft u nog verbeteringen op de filmpjes?
"Een voorbeeld met een stompe hoek zou wel prettig zijn geweest. Nu waren het alleen maar scherpe hoeken".
"Hoeken zonder boogjes zou beter zijn geweest, want daar gaan veel vragen over".

Bijlage 6: Statistische toetsen

T-toets: Voor het leggen van verbanden en het constateren van significante verschillen tussen de controle- en testgroep.
 Deze werkt als volgt: "Je stelt eerst de nulhypothese op, daarna stel je de alternatieve hypothese vast. Je kunt bij deze toets tweezijdig en eenzijdig toetsen. Dit hangt af van de manier waarop je de alternatieve hypothese opstelt. Ik gebruik hier de tweezijdige toets. De betrouwbaarheidsgrens van de tweezijdige toets is $t_{0,05;(n_1+n_2-2)}$.
 Dan vul je de volgende formule in:

$$T = \frac{gem_1 - gem_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) \left[\frac{n_1 - 1}{n_1 + n_2 - 2} (std.dev_1)^2 + \frac{n_2 - 1}{n_1 + n_2 - 2} (std.dev_2)^2 \right]}}$$

gem_1	=	gemiddelde van de testgroep
gem_2	=	gemiddelde van de controlegroep
n_1	=	totaal aantal leerlingen in de testgroep
n_2	=	totaal aantal leerlingen in de controlegroep
$std.dev_1$	=	standaard deviatie van de testgroep
$std.dev_2$	=	standaard deviatie van de controlegroep

- Is de T-waarde die hieruit volgt kleiner dan $t_{0,05;(n_1+n_2-2)}$, dan moet je de nulhypothese aannemen en de alternatieve hypothese verwerpen. Je kunt dan zeggen dat er 5% kans is dat je de nulhypothese ten onrechte aanneemt.
- Is de T-waarde echter groter dan de $t_{0,05;(n_1+n_2-2)}$, dan moet je de nulhypothese verwerpen en de alternatieve hypothese aannemen. Ook hier kun je weer zeggen dat er 5% kans is dat je de verkeerde hypothese aanneemt."

Tekentoets Je bepaalt wat de stochast X voorstelt. De nulhypothese is altijd van de vorm $p = \frac{1}{2}$. De alternatieve hypothese kan zowel éénzijdig al tweezijdig zijn. Je gebruikt deze toets als de kansverdeling in de berekeningen niet van belang is. het wordt daarom ook wel de verdelingsvrije toets genoemd en deze toets mag ook worden gebruikt als de verdeling niet bekend is.
 je bekijkt de binomiaalverdeelde stochast en kijkt of deze voldoet aan je nulhypothese. Zo niet dan verwerp je deze en anders moet je deze aanvaarden. De betrouwbaarheidsgrens is 5% of 2,5%. Welke grens je moet nemen hangt af van de opgestelde hypotheses.

Pearson-Correlatie

Correlaties kunnen worden weergegeven door de Pearson-Correlatie. Standaard wordt de Pearson-Correlatie tweezijdig getoetst. Daarom moet de uitkomst bij de significantie kleiner zijn dan 0,05. Deze 0,05 geeft weer de betrouwbaarheidsgrens weer. De Pearson-Correlatie ligt tussen 0 en 1, waarbij de waarde 0 aangeeft dat er geen correlatie en de waarde 1 dat er een volledig correlatie is.

χ^2 -verdeling

Voor de χ^2 -verdeling maak je twee tabellen, één met de frequenties van de waarnemingen en de andere met de te verwachten frequenties op grond van de percentages en de totalen.

$o_{i,j}$ = hoe vaak er door de leerlingen uit groep i antwoord j is gegeven

$e_{i,j}$ = (totaal antwoord j x totaal groep i) / (totaal van alle groepen)

De formule is dan als volgt:

$$X = \sum \sum \frac{(o_{i,j} - e_{i,j})^2}{e_{i,j}}$$

Deze waarde van X moet kleiner zijn dan $\chi^2_{0,05; (r-1)(k-1)}$, om de nulhypothese te accepteren. De betrouwbaarheidsgrens is ook hier 5%.

Om de χ^2 -verdeling te mogen gebruiken moet de tabel met de waarnemingen aan de volgende voorwaarden voldoen: alle $e_{i,j} \geq 1$ en minimaal 80% van de $e_{i,j} \geq 5$.