

Wiskunde in Scenario 4

*De invulling van wiskunde op nieuwe scholen, die
thematisch onderwijs toepassen.*

Claire Linders
clairel@fi.uu.nl

Oktober 2004 – juni 2005

Begeleider:
Martin van Reeuwijk

Freudenthal Instituut
Universiteit Utrecht

Voorwoord

Een onderdeel van de masteropleiding Science Teacher Education is een wetenschappelijk onderzoek. Deze opleiding volg ik om docent wiskunde te worden; daarom leek het Freudenthal Instituut – dat onderzoek doet naar het verbeteren van reken- en wiskundeonderwijs – mij een geschikte plaats om dit onderzoek uit te voeren. Het onderzoek heeft een omvang van een half jaar voltijd, 30 ECTS. Om roostertechnische redenen heb ik dit uitgesmeerd over de periode oktober 2004 tot juni 2005.

In eerste instantie zou ik me gaan bezig houden met leerobjecten en de organisatie hiervan. Er blijken veel leerobjecten beschikbaar te zijn, maar deze zijn niet altijd gemakkelijk terug te vinden. Ook blijken de leerobjecten niet zonder slag of stoot in te passen te zijn in het onderwijs van de school. Via contacten met scholen die thematisch onderwijs toepassen, ontstond een steeds duidelijker beeld van waaraan de leerobjecten moeten voldoen.

Gaandeweg het onderzoek kwam het accent steeds meer te liggen op de leerobjecten; het lesmateriaal zelf. En dan met name op de ontwikkeling van dit lesmateriaal. Het blijkt dat de scholen waarmee ik heb samengewerkt, op zoek zijn naar materiaal voor ongeveer dezelfde onderwerpen. Voor deze onderwerpen heb ik uiteindelijk een aantal pakketten met lesmateriaal gemaakt en deze uitgeprobeerd op een tweetal scholen. Meer informatie over de groep scholen is te vinden op www.fi.uu.nl/experimenteel/scenario5.

Inhoud

Voorwoord	1
Inhoud	2
1 Aanleiding	3
1.1 Advies Taakgroep Vernieuwing Basisvorming	3
1.2 De rol van de docent in de nieuwe onderbouw.....	3
1.3 Thematisch onderwijs	4
1.4 Realistisch Wiskunde onderwijs	4
1.5 De scholen	5
1.6 Wiskunde in de nieuwe onderbouw	6
1.7 Vragen leiden tot onderzoek	7
2 Opzet en aanpak	9
2.1 Hoe antwoord te vinden op de vragen?	9
2.2 Concrete vragen vanuit scholen en EPN.....	9
2.3 Keuzes maken	10
2.4 Tijdsinvestering	10
3 Resultaten	11
3.1 Zoeken naar materiaal.....	11
3.2 Ontwikkelen van materiaal	11
3.3 Experiment op de scholen	13
3.4 Opbrengst.....	18
4 Conclusies en aanbevelingen	21
4.1 Lesmateriaal en toetsen.....	21
4.2 Antwoorden op onderzoeksvragen	21
5 Persoonlijke Leeropbrengst	23
6 Nawoord	24
7 Bijlagen	25
7.1 Hoe verloopt de zoektocht naar geschikt lesmateriaal?	25
7.2 Introductie woordformules	27
7.3 Artikel EPN.....	29
7.4 Foto impressie Amadeus	32
8 Bronnen	34
8.1 Het nieuwe leren.....	34
8.2 Curriculum	34
8.3 Learning Objects, Celebrate, Metadata	34
8.4 Lesmateriaal	35
8.5 Realistisch wiskunde onderwijs	35

1 Aanleiding

1.1 Advies Taakgroep Vernieuwing Basisvorming

“Stel scholen in staat zelf een eigen gezicht aan de onderbouw te geven”, luidt de kernboodschap van het advies van de Taakgroep Vernieuwing Basisvorming aan de overheid. De taakgroep heeft 58 nieuwe richtinggevende kerndoelen voor een kernprogramma in de onderbouw geformuleerd, die ervoor moeten zorgen dat een actieve rol van de leerling, samenhang in het programma en een doorlopende leerlijn gerealiseerd worden. De kerndoelen worden gesteld door de overheid en zijn nodig voor het leggen van een door de overheid te bepalen basis aan kennis en vaardigheden die nodig zijn voor het algemeen maatschappelijk functioneren en voor het bieden van een oriëntatie in de breedte die keuzes voor specifieke sectoren of profielen open laten en mogelijk maken (Taakgroep Vernieuwing Basisvorming, 2004).

De onderbouw moet een oriënterend karakter krijgen, waarin ruimte is voor persoonlijke ontwikkeling van de leerling. Na de onderbouw kiest de leerling voor een bepaald profiel en niveau, waarbij voor havo en vwo leerlingen het derde leerjaar, dat een schakeljaar is, zorgt voor de aansluiting tussen onderbouw en tweede fase (Taakgroep Vernieuwing Basisvorming, 2004).

Versnippering van de lesstof over verschillende vakken in de basisvorming leidt tot verwarring bij de leerlingen. De vakken lijken niets met elkaar te maken te hebben. De samenhang tussen de vakken kan d.m.v. projecten of door volledige versmelting in zgn. thema's verduidelijkt worden. Bovendien merkt de taakgroep op dat leerlingen meer van elkaar leren in heterogene klassen. (Taakgroep Vernieuwing Basisvorming, 2004).

1.2 De rol van de docent in de nieuwe onderbouw

De rol van de docent verandert sterk in de nieuwe onderbouw. Klassikale aanbodgerichte kennisoverdracht speelt een steeds kleinere rol. Hiervoor in de plaats komt vraaggerichte kennisoverdracht; wanneer de leerlingen iets willen weten, of hulp nodig hebben met een opdracht, dan vragen ze dit aan de docent. De docent wordt dan ook steeds meer begeleider of coach van het zelfstandig leren van de leerlingen. Daarbij is het van belang dat de docent praktische kennis heeft over leerstijlen en leertypen en over de belevingswereld van de leerlingen.

De stof wordt in de nieuwe onderbouw steeds contextrijker aangeboden, gestuurd door de beoogde beroepspraktijk of vervolgopleiding van de leerlingen. De docent moet dus in staat zijn om traditionele leerlijnen los te laten en de stof te vertalen naar contextrijke toepassingen. Op deze manier wordt de stof voor de leerlingen betekenisvol en sluit deze aan bij de belevingswereld.

1.3 Thematisch onderwijs

Al minstens vijftien procent van de basis- en middelbare scholen experimenteert met nieuwe vormen van onderwijs. Traditioneel onderwijs maakt plaats voor competentiegericht leren, natuurlijk leren, authentiek leren, thematisch onderwijs en project gestuurd onderwijs, adaptief onderwijs of vergelijkbare mooie termen. Eén van de belangrijkste gedachten in de nieuwe aanpak is dat docenten geen kennis meer overdragen, maar dat ze leerlingen in hun leerproces – dat er voor elk kind anders uit ziet – begeleiden. (Trouw, november 2004)

Een ander belangrijk kenmerk van deze scholen is dat de vakinhouden zoveel mogelijk in vakoverstijgende thema's geïntegreerd worden, in het vervolg zal in deze scriptie dan ook gesproken worden over 'thematisch onderwijs', wanneer het dit type onderwijs betreft.

De scholen die thematisch onderwijs toepassen lopen vooruit op de nieuwe basisvorming, veelal zijn de aanbevelingen reeds in praktijk gebracht en over het algemeen een stapje verder in de vernieuwingen. Zo wordt bij deze scholen de rol van proefwerken en huiswerk minder en komen hier prestaties en competenties voor in de plaats. De leerlingen moeten laten zien dat ze competent zijn om een bepaalde klus te klaren en te reflecteren op hun eigen handelen. Hierbij zijn zowel kennis, maar ook vaardigheden en persoonlijke kwaliteiten van belang. Een prestatie is vaak een afsluiting van een blok stof en kan veel verschillende vormen hebben; een presentatie, werkstuk, poster of essay. De prestaties worden niet objectief beoordeeld, maar vergeleken met eerdere prestaties van dezelfde leerling, zodat het leerrendement beter naar voren komt. De leerling en de docent beoordelen samen of de leerling vooruitgang heeft geboekt en bespreken met elkaar wat de geleverde prestatie waard is. Reflectie is de motor van het leerproces. (van Emst, 2002 en Bordier e.a. 2005)

Een belangrijk aspect van thematisch onderwijs is dat er wordt gestart vanuit het geheel, er wordt dus niet eerst een techniek of vaardigheid aangeleerd alvorens er wordt gekeken naar een probleemsituatie waarin deze aan bod komt. Kennis en vaardigheden worden aangeleerd in de context waarin deze ook gebruikt worden, omdat blijkt dat het toepassen in een andere situatie niet vanzelfsprekend is voor een leerling. Het is van belang dat de nieuwe kennis aansluit bij wat de leerling al weet.

Wanneer leerlingen zelf kunnen kiezen wat ze willen leren of aanpakken, geef je de opdrachten meer betekenis. In een experiment van Van Emst (2002) waarin de leerlingen bij het werken met thema's konden kiezen uit zo'n 15 prestaties waaraan ze in groepjes moesten werken, heeft positieve ervaringen opgeleverd.

1.4 Realistisch Wiskunde onderwijs

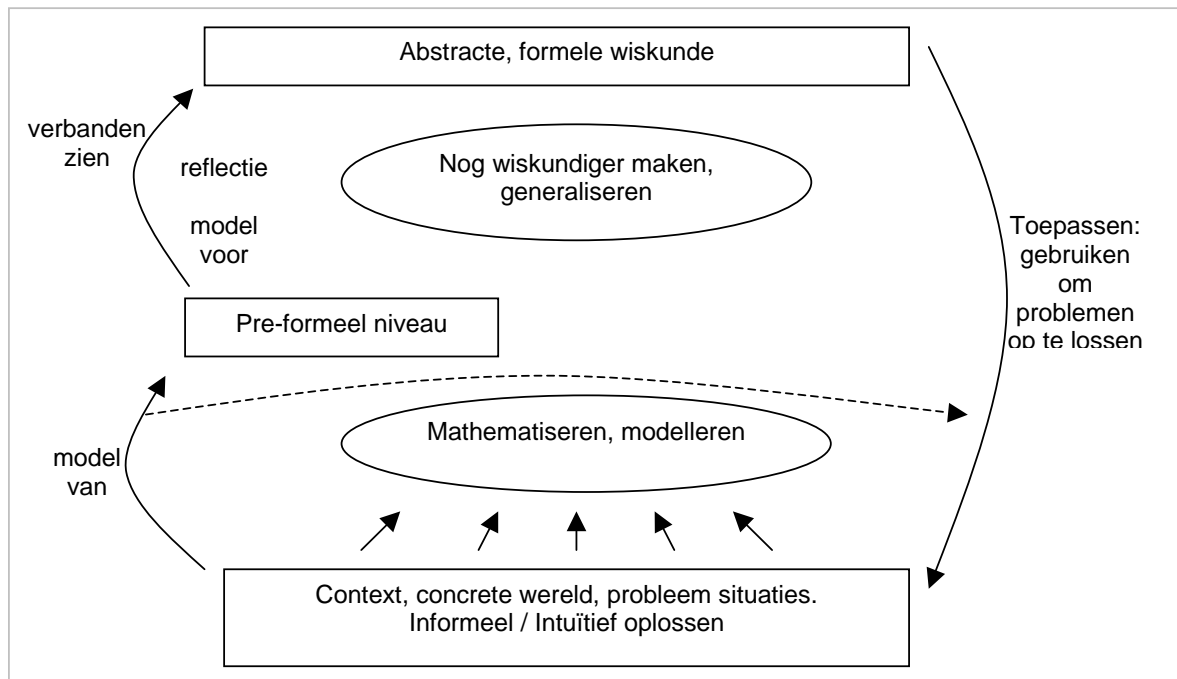
Bij Realistisch Wiskunde onderwijs wordt uitgegaan van een betekenisvolle context. De kennis die de leerlingen al hebben dient hierbij als uitgangspunt, samenhang

tussen verschillende onderwerpen en wiskundige domeinen wordt ook steeds zichtbaar gemaakt.

De eerste stap in het oplossen van het contextrijke probleem, is het maken van een wiskundig model van de situatie. Dit kan bijvoorbeeld een tabel of grafische representatie zijn. Door het vertalen naar een wiskundig model – horizontaal mathematiseren – komen de leerlingen op een preformeel niveau.

Met name voor havo/vwo leerlingen, is het wenselijk dat de leerlingen doorgroeien tot een abstracter niveau. Dit kan bereikt worden door – met behulp van reflectie, interactie en discussie – de oplosstrategie te verwoorden, generaliseren en formaliseren. Deze stap wordt verticaal mathematiseren genoemd.

Doordat een realistische context het uitgangspunt is, zijn de vaardigheden die de leerlingen aanleren ook meteen betekenisvol; de leerlingen weten waarom ze iets leren en wat ze ermee kunnen oplossen. (Gravemeijer (2003), van Reeuwijk (2004))



Figuur 1: Schematische weergave Realistisch Wiskunde Onderwijs

1.5 De scholen

Het Freudenthal Instituut (FI) is door een aantal scholen, die met thematisch onderwijs bezig zijn, benaderd om mee te denken over de invulling van het wiskundeprogramma. Hoewel deze scholen allemaal hun eigen invulling aan de thema's geven, zitten ze allemaal met min of meer dezelfde vragen omtrent wiskunde en de thema's. Een groep van vijf scholen, aangevuld met medewerkers van het FI en APS, komen regelmatig bij elkaar om te overleggen en materiaal te ontwikkelen en uit te wisselen, onder de geuzennaam Scenario-5. Het onderzoek

waarin deze scriptie verslag van wordt gedaan speelde zich vooral op drie van deze vijf scholen af.

Vathorstcollege

Het Vathorstcollege in Amersfoort gaat in augustus 2005 van start. Het wordt een school met een sterk kunst- en cultuur profiel. De thema's op het Vathorstcollege zijn steeds gebaseerd een bepaalde cultuurhistorische periode. Het Freudenthal Instituut is gevraagd om mee te denken over de wiskunde opdrachten die aan deze cultuurhistorische thema's te verbinden zijn.

UniC

UniC in Utrecht is open sinds augustus 2004. Ook UniC werkt met vakoverstijgende thema's. Deze thema's zijn verdeeld in natuur en maatschappij thema's, welke om en om behandeld worden. De leerlingen werken zelfstandig in een grote ruimte, waar een computer per leerling aanwezig is. Ook zijn er kleinere studieruimtes om rustiger te kunnen werken. De meeste opdrachten maken de leerlingen in groepjes, zgn. maatjescirkels. De samenstelling van deze groepjes verandert na een aantal weken, zodat de leerlingen steeds leren om met anderen samen te werken. Er is per week een dagdeel ingeruimd voor wiskunde, waarop leerlingen werken aan wiskunde die niet geheel in de thema's aan bod komt.

Amadeus Lyceum

Het Amadeus Lyceum heeft net als het Vathorstcollege een culturele inslag. Vanaf de brugklas speelt cultuur bij alle thema's die aan bod komen een belangrijke rol. De leerlingen van het Amadeus Lyceum werken allemaal met hun eigen laptop in een grote centrale ruimte; het domein (zie bijlage 7.4). Het is de bedoeling dat het lesmateriaal steeds meer digitaal aangeboden wordt aan de leerlingen. Naast digitaal lesmateriaal, staan er boeken van lesmethodes in de kast, waaruit de leerlingen opdrachten maken, of waarin zij iets kunnen nalezen. Tot nu toe wordt voor wiskunde voornamelijk de methode Getal en Ruimte gebruikt. De leerlingen gebruiken zowel de boeken als de Cd-rom, die op de laptops geïnstalleerd is. Na afloop van een hoofdstuk maken zij een toets op papier.

Bij deze scholen speelt ICT een belangrijke rol. Op elk van de scholen is een computer per leerling beschikbaar. De opdrachten en deadlines haalt de leerling uit de digitale leeromgeving. Veel van de prestaties kunnen ook elektronisch ingeleverd worden. Het gebruik van digitale leermiddelen, zoals bijvoorbeeld applets¹ en gebruik van internet, is dus geen enkel probleem.

1.6 Wiskunde in de nieuwe onderbouw

Wiskunde wordt, net als de andere vakken, zoveel mogelijk geïntegreerd in de vakoverstijgende thema's. Het lukt vaak echter niet om het gehele wiskunde

¹ Een applet is een klein computerprogrammaatje, dat via het internet gebruikt kan worden en dus altijd en overal beschikbaar is.

curriculum in de thema's in te passen. Daarom is op de meeste scholen met thematisch onderwijs een dagdeel per week ingeroosterd om aan wiskundeonderwerpen, die al dan niet aansluiten bij het lopende thema, te werken.

De onderdelen die niet geheel in de thema's passen zijn te verdelen in 3 categorieën; ten eerste de onderwerpen die in een thema wel vluchtig aan bod komen, maar niet volledig; de wiskunde moet nog expliciet gemaakt worden en de leerlingen moeten hier nog meer mee oefenen. Ten tweede zijn er vaardigheden die de leerlingen zich eerst eigen moeten maken, voordat zij ze toe kunnen passen in de thema's. En ten derde zijn er onderwerpen die helemaal niet aan een thema te verbinden zijn. Voor al deze onderwerpen gaat de docent op zoek naar geschikt lesmateriaal. Soms wordt hiervoor een traditionele methode gebruikt, er wordt op het internet gezocht of het materiaal wordt uiteindelijk zelf gemaakt.

1.7 Vragen leiden tot onderzoek

De meeste scholen zijn op zoek naar lesmateriaal voor wiskundeonderwerpen die zij niet aan hun thema's kunnen verbinden. Omdat veel van deze onderwerpen voor alle scholen gelijk zijn, wordt er een hoop dubbel werk gedaan als de scholen allemaal hun eigen materiaal zouden gaan maken. Ook voor een instituut als het Freudenthal en voor educatieve uitgeverijen is het interessant om te weten voor welke onderwerpen er vraag is naar materiaal, vanuit deze nieuwe scholen.

De centrale onderzoeksvraag, van dit onderzoek, luidt:

Aan wat voor lesmateriaal voor welke wiskunde-
onderwerpen is behoefte op scholen die thematisch
onderwijs toepassen?

Naast de inventarisatie van de onderwerpen waar de scholen materiaal voor zoeken is het ook de bedoeling dat er ook daadwerkelijk materiaal voor de scholen gemaakt wordt. Dit materiaal moet natuurlijk wel aansluiten bij de filosofie van de scholen, waar competenties, prestaties en reflectie belangrijk zijn. Ook moet het materiaal uitdagend en interessant zijn voor de leerlingen, aansluiten bij hun leefwereld. De ideeën over Realistisch Wiskunde onderwijs, zoals beschreven door o.a. Gravemeijer (1994, 2003) en van Reeuwijk (1995, 2004), kunnen hier een uitgangspunt voor zijn.

Verder is het wenselijk dat, indien er daadwerkelijk een overlap in de onderwerpen is, de scholen het materiaal op een goede manier kunnen uitwisselen. Daarnaast is het belangrijk bestaand, of door collega's toegevoegd, materiaal gemakkelijk terug te kunnen vinden.

Deze aandachtspunten leiden tot een aantal deelvragen, die naast de centrale onderzoeksvraag de kern vormen van het onderzoek:

Onderzoeksvraag 1: Voor welke wiskunde onderwerpen zijn de scholen op zoek naar lesmateriaal en zijn deze onderwerpen onafhankelijk van de thema's?

Onderzoeksvraag 2: Waaraan moet wiskunde lesmateriaal voor de nieuwe scholen voldoen en sluiten de ideeën over Realistisch Wiskunde onderwijs aan bij het thematisch onderwijs?

Onderzoeksvraag 3: Hoe kan lesmateriaal en de organisatie gestructureerd worden, zodat de scholen het onderling uit kunnen wisselen en nieuw en bestaand materiaal gemakkelijk terug te vinden is?

2 Opzet en aanpak

2.1 Hoe antwoord te vinden op de vragen?

Onderzoeksvraag 1

Voor welke wiskunde onderwerpen zijn de scholen op zoek naar lesmateriaal en zijn deze onderwerpen onafhankelijk van de thema's?

Via gesprekken met docenten en op de bijeenkomsten van de Scenario5-groep is een steeds duidelijker beeld ontstaan van de onderwerpen waarvoor de docenten materiaal zoeken. Ook de uitlijning van het programma van Vathorst en de hierbij uitgevoerde methode-check heeft hiertoe bijgedragen.

Onderzoeksvraag 2

Waarom moet wiskunde lesmateriaal voor de nieuwe scholen voldoen en sluiten de ideeën over Realistisch Wiskunde onderwijs aan bij thematisch onderwijs?

Via gesprekken met docenten en concrete vragen aan het FI achterhalen wat de wensen van de scholen zijn met betrekking tot de vorm en werkvormen van het materiaal. Door het ontwikkelen van materiaal, voor de onderwerpen waar op de scholen behoefte aan is, volgens de ideeën van Realistisch wiskunde onderwijs, en door het uitproberen van dit materiaal op de scholen, kan door middel van reflectie achteraf bepaald worden of de ideeën van Realistisch wiskunde onderwijs ook daadwerkelijk aansluiten bij het thematisch onderwijs.

Onderzoeksvraag 3

Hoe kan lesmateriaal gestructureerd worden, zodat de scholen het onderling uit kunnen wisselen en nieuw en bestaand materiaal gemakkelijk terug te vinden is?

Om deze vraag te beantwoorden zijn docenten van de groep scholen gevraagd om een enquête over het zoeken naar materiaal in te vullen. De nadruk lag bij deze enquête op het zoeken via internet, omdat dit een handig middel is om de eventuele uitwisseling via te laten verlopen. Naast deze enquête is ook gekeken naar de structuur en zoekmogelijkheden van andere websites, waaronder Celebrate. Celebrate is een Europees uitwisselingsplatform voor lesmateriaal in ontwikkeling. Ook hebben de docenten via de enquête kort naar Celebrate gekeken.

2.2 Concrete vragen vanuit scholen en EPN

Vanuit de scholen van de Scenario5-groep kwamen al snel concrete vragen aan het FI, om te helpen met het ontwikkelen van lesmateriaal en het uitlijnen van het wiskundecurriculum. Hieronder volgt een korte opsomming van de concrete vragen per school. Ook kwam er een vraag vanuit uitgever EPN, de uitgever van de methode Getal en Ruimte.

Vraag vanuit Amadeus: Engels en ook Nederlands materiaal voor de brugklas ter vervanging van, als aanvulling op, of in combinatie met “Numbers and Space”, hoofdstuk 8 (algebra). Eventueel gecombineerd met workshops; ong. 15 min introductie/discussie in kleine groep, daarna zelfstandig individueel of in groepjes verder.

Vraag vanuit UniC: materiaal voor rekenen met negatieve getallen en met variabelen, waarbij de leerlingen zelf terugkoppelen d.m.v. zelftest, met een hoog applet gehalte. Er wordt door de docent geconstateerd dat de leerlingen op dit moment erg aan de oppervlakte blijven en dus weinig diepgang bereiken, het nieuwe materiaal moet de leerlingen aanmoedigen om een stapje verder te komen.

Vraag vanuit Scenario5 algemeen: materiaal voor abstracte wiskunde onderdelen, zoals algebra, waarmee de leerlingen *zelfstandig* aan de slag kunnen, dat aansluit bij de filosofie en leerstijl van de scholen. Een zo compleet mogelijk pakket, waarbij ook zelftest en extra oefening mogelijk zijn. Dit materiaal moet beschikbaar zijn voor alle Scenario5 scholen via de structuur op de website.

Vraag vanuit EPN: in welke vorm kan ons “traditionele” materiaal ingezet worden op scholen die “het nieuwe leren” toepassen?

2.3 Keuzes maken

Gezien de looptijd van dit onderzoek en het feit dat de scholen tijdens deze looptijd alleen nog brugklasleerlingen – of zelfs nog helemaal geen leerlingen in het geval van Vathorst – hebben, is besloten om wat betreft het ontwikkelen en uitproberen van materiaal te focussen op materiaal voor de brugklas. Dit om het praktische gegeven dat er leerlingen zijn, waarmee dit materiaal ook daadwerkelijk getest kan gaan worden. Omdat blijkt dat er zowel bij UniC als bij het Amadeus vraag is naar materiaal voor algebra, is ervoor gekozen om materiaal te ontwikkelen voor algebra in het eerste jaar. Aangezien UniC één dagdeel per week reserveert voor wiskunde, is het handig om het materiaal aan te bieden in pakketten die in een dagdeel af te sluiten zijn. Bij Amadeus zijn de leerlingen vrij om te kiezen wanneer ze aan wiskunde werken, maar zijn er wel vaste momenten waarop de wiskunde docent aanwezig is om te helpen en om vragen te beantwoorden.

2.4 Tijdsinvestering

In het najaar van 2004 is gestart met een aantal observaties op UniC. Ook de samenwerking in de groep Scenario5 is in het najaar van 2004 begonnen. In de maanden december, januari en februari is het accent wat meer op Celebrate en de structuur van het materiaal komen te liggen. De docenten is middels een enquête gevraagd naar hun zoekgedrag en de structuur om het materiaal voor de Scenario5 groep in weg te zetten is opgezet. Vanaf het voorjaar is begonnen met het ontwikkelen van lesmateriaal, waarvan twee pakketten in april op UniC zijn uitgeprobeerd. In de maanden mei en juni is 4 weken geobserveerd op het Amadeuslyceum, waar 3 pakketten met lesmateriaal uitgeprobeerd zijn.

3 Resultaten

3.1 Zoeken naar materiaal

Er zijn veel verschillende bronnen met lesmateriaal beschikbaar; methodes, werkbladen, applets etc. De vraag is of docenten weten dat er zoveel materiaal beschikbaar is, en zo ja, waar ze het kunnen vinden. Ook is het de vraag of dit materiaal zomaar inpasbaar is in het onderwijs, of dat het wijzigingen vergt. Door middel van een enquête is de docenten van de Scenario5 groep gevraagd naar hun zoekgedrag en naar hun ervaringen, met betrekking tot het zoeken naar lesmateriaal. Hierbij lag de nadruk op het zoeken naar lesmateriaal op het internet.

Resultaten enquête

Uit de enquête kwam naar voren dat de docenten lang niet altijd bruikbaar lesmateriaal vinden. Vaak wordt gevonden materiaal aangepast of als inspiratiebron gebruikt. Dit is enerzijds te wijten aan de kwaliteit van het materiaal, anderzijds aan de kwaliteit van de websites. Met name over de zoekmogelijkheden op deze websites zijn de docenten niet altijd tevreden. Zoekmachines worden ervan verdacht dat ze te streng filteren en bladeren door het materiaal kost veel tijd. Over het algemeen kost het zoeken naar lesmateriaal veel tijd, waardoor sommige docenten het materiaal liever zelf maken. In bijlage 7.1 is een uitgebreidere evaluatie van de enquête na te lezen.

3.2 Ontwikkelen van materiaal

Onderwerpen

Gekozen is voor het ontwikkelen van materiaal voor algebra in de brugklas havo/vwo voor de volgende onderwerpen:

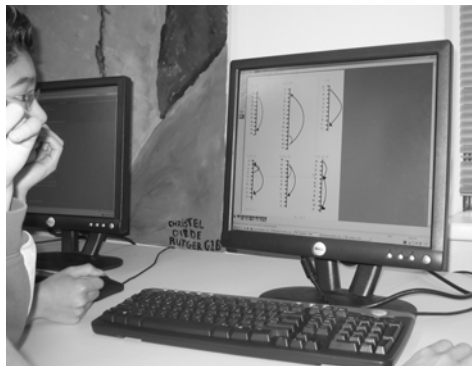
- rekenen met negatieve getallen
- (woord)formules
- rekenen met variabelen
- kwadraten en kwadratische formules

Vorm

Voor elk van deze onderwerpen zijn complete pakketten, die bestaan uit werkbladen, een toets en extra oefenmateriaal, ontworpen. In de werkbladen, die zowel op papier als op de computer te maken zijn, komt de theorie aan bod en oefenen de leerlingen met de stof. De werkbladen eindigen altijd met een *terugblik* waarin de belangrijkste theorie, regels of stappen nog eens herhaald worden. Met de toets controleren zij vervolgens of ze de stof voldoende beheersen, wanneer dit niet het geval is, kunnen ze gebruik maken van het extra oefenmateriaal en daarna de toets nog een keer maken.

De leerlingen zijn erg gewend aan de computer en maken de werkbladen net zo makkelijk op de computer als op papier. Wanneer de leerlingen voor de keuze gesteld worden of ze de werkbladen op de computer willen maken of op papier, kiest

een groot gedeelte van de leerlingen voor de computer. Ze vinden het geen probleem om de antwoorden in het worddocument tussen de vragen te zetten, zelfs niet wanneer er naar een tekening – zoals de getallenlijnen in figuur 2 – gevraagd wordt. Naar aanleiding van deze ervaring is er besloten om de werkbladen te voorzien van tekstvelden, waarin de antwoorden gezet kunnen worden. Hierdoor wordt het onderscheid tussen de vragen en antwoorden duidelijker en verschuift de layout van de tekst niet doordat de antwoorden ertussen gezet worden.



Paint, worden moeiteloos in het werkblad in Word geplakt. (foto UniC)

Werkbladen

De werkbladen beginnen met een inleidende opgave. Voor deze opgaven is getracht om een realistische context te kiezen en vooral aan te sluiten bij wat de leerlingen al weten. De voorkennis is steeds de uitgangspositie en er wordt toegewerkt naar een einddoel; naar wat de leerling na het doorwerken van het werkblad moet weten en kunnen. In bijlage 7.2 is een voorbeeld te zien van een inleidende opgave die gebaseerd is op een realistische context, uit het pakket over woordformules.

Naast deze contextrijke opgaven komen er ook opgaven aan bod zonder context, om mee te oefenen. Deze opgaven zijn voor een groot deel afkomstig uit Getal en Ruimte, dat door de uitgever EPN in digitale vorm beschikbaar is gesteld om binnen de Scenario5-groep te gebruiken.

De theorie komt steeds in korte blokken aan bod, als samenvatting van het voorgaande, om expliciet te benoemen of als generalisatiestap. Ook bij het behandelen van theorie wordt uitgegaan van wat leerlingen al weten, bijvoorbeeld bij het rekenen met variabelen wordt uitgegaan van rekenen met getallen.

In de werkbladen wordt soms ook gebruik gemaakt van applets van het WisWeb. De rol van deze applets is verschillend; variërend van gereedschap, zoals *Grafieken tekenen*, tot toets, zoals *Stippel Algebra opdrachten*. Een aantal opdrachten met applets zijn optioneel, omdat verwacht wordt dat deze opdrachten veel tijd kosten.

Toets

De toetsen bestaan uit een aantal korte vragen of opdrachten en zijn voor de leerlingen in ongeveer een kwartiertje te maken. Voor de docent zijn ze snel na te kijken, zodat de leerling, wanneer dit nodig is, meteen door kan gaan met het extra oefenmateriaal. Eventueel kunnen de leerlingen een cijfer krijgen voor de toets.

Het Amadeus Lyceum is benieuwd naar de toetsingsmogelijkheid die binnen de leeromgeving Moodle beschikbaar is. De toetsen die bij het materiaal horen worden

daarom in een digitale vorm in Moodle aangeboden, waarna de leerlingen deze via de leeromgeving kunnen maken. Zij krijgen dan meteen de resultaten van de toets te zien en de computer berekent ook een cijfer.

Oefenen

Het extra oefenmateriaal bestaat voor een deel uit applets en voor een deel uit opgaven uit Getal en Ruimte. De leerlingen kunnen het extra oefenmateriaal gebruiken als zij nog niet tevreden zijn over de resultaten van de diagnostische toets.

3.3 Experiment op de scholen

Zowel op UniC als op het Amadeus hebben de leerlingen gewerkt met de werkbladen. De werkbladen zijn beschikbaar gesteld via de leeromgevingen EdUniC en Moodle. Op UniC zijn er vaste momenten afgesproken waarop de leerlingen aan de werkbladen zouden werken. Bij het Amadeus mogen de leerlingen zelf inplannen wanneer ze eraan willen werken, er is een richtlijn gegeven van 2 keer 1,5 uur per setje werkbladen, inclusief de toets.

De leerlingen van UniC zijn al gewend aan het werken met de leeromgeving, al vanaf het begin van het schooljaar is al het lesmateriaal via EdUniC beschikbaar. Bij het Amadeus is de leeromgeving pas onlangs geïnstalleerd en hebben de leerlingen er tot nu toe nog nauwelijks mee gewerkt. Niet alle leerlingen konden de werkbladen meteen vinden, dit komt doordat ze eerst door moesten klikken naar mens en natuur; waar wiskunde onder valt. Ook konden niet alle leerlingen inloggen op de leeromgeving, wat met name bij de toets lastig was.

Voordat de leerlingen de eigenlijke werkbladen openen, krijgen zij een inleiding te zien. Onderaan deze inleiding staat een link naar de werkbladen. Veel leerlingen lezen deze inleiding niet, maar lezen vluchtig over de tekst totdat ze “klik hier” gevonden hebben. Hierdoor missen zij wellicht belangrijke instructies.

Invullen op de computer

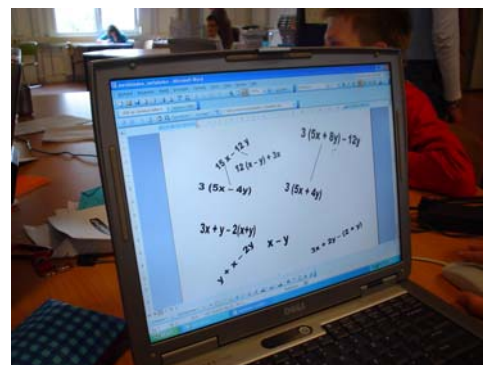
3 Puzzelen!

Hieronder zie je een aantal expressies. Verbind de expressies die hetzelfde zijn met een lijn met een kleurtje. Soms zijn er meer dan twee expressies hetzelfde, maak dan een lange ketting.

$15x - 12y$
 $x - y$
 $3(5x + 8y) - 12y$
 $3(5x - 4y)$
 $12(x - y) + 3x$
 $y + x - 2x$
 $3x + y - 2(x + y)$
 $x + y$
 $3x + 2y - (2x + y)$
 $3(5x + 4y)$
 $5x - (4x + y)$

Figuur 3: Een opgave uit het pakket over variabelen

In figuur 3 staat een opgave uit het pakket over rekenen met variabelen. Het betreft hier een opgave zonder context, om algebraïsche vaardigheden mee te oefenen. De leerlingen overleggen over de beste strategie om deze opgave op te lossen en gebruiken, als ze dat nodig hebben, een stuk aan de onderkant van de pagina als kladblaadje. Wanneer ze twee gelijkwaardige expressies gevonden hebben slepen ze die eerst wat dicht naar elkaar toe en vervolgens verbinden ze de expressies met een lijntje, zie figuur 4.



Figuur 4: De leerlingen maken de opgave zonder problemen op de computer.

De leerlingen werken graag op de computer. Dat blijkt uit het feit dat geen enkele leerling de werkbladen uitprint om ze op papier te maken. Ook wanneer er een plaatje getekend moet worden, doen de leerlingen dit het liefst op de computer. De invulvakjes om de antwoorden in te zetten, vinden de leerlingen handig. Zo is het onderscheid tussen vraag en antwoord duidelijk en verplaatst niet alle tekst als zij er antwoorden tussen typen. Soms zijn de invulvakjes niet groot genoeg, dit is vooral het geval wanneer de leerlingen alle tussenstappen van een berekening op willen schrijven.

Het is lastig om sommige wiskundige symbolen als \times , \cdot , 2 in te vullen. Veel leerlingen lossen dit handig op door de symbolen via het menu in te voegen en vervolgens steeds te kopiëren en plakken.

Leerlingen die dyslectisch zijn vinden het heel prettig om op de computer te werken, omdat ze de instellingen zó kunnen aanpassen dat de tekst groter wordt. Dit geldt ook voor de toets. Ook vinden zij het prettig dat er weinig stukken tekst in de werkbladen staan.

Oefentoets

Op het Amadeus krijgen de leerlingen een digitale toets over de werkbladen. Dit is de eerste keer dat ze een digitale toets krijgen, er is daarom veel vraag naar een oefentoets. Voor het tweede en derde pakket is steeds een oefentoets beschikbaar zodat de leerlingen weten wat voor soort vragen zij kunnen verwachten.

De leerlingen vinden het lastig dat er bij de werkbladen geen “antwoordenboekje” beschikbaar is. Ze willen graag een bevestiging hebben of ze het goed hebben gedaan. Deels wordt dit door de mogelijkheid om een diagnostische toets te maken, weggenomen.

Einddoel: toets

De leerlingen zijn erg gericht op het einddoel; de toets. Dit was vooral te merken bij de laatste set van werkbladen, waarbij de leerlingen ook een aantal grafieken op papier moesten tekenen. Veel leerlingen hebben deze grafieken niet getekend, omdat het veel werk is en ze wisten dat het niet in de toets zou zitten omdat deze op de computer zou zijn. De applet waarmee ze grafieken kunnen tekenen², werd wel volop geoefend, want dit moesten ze met de toets op de computer immers wel kunnen.

Door het introduceren van de diagnostische toetsen wordt de interesse voor het einddoel nog meer versterkt. Ze weten dat in de uiteindelijke toets ongeveer dezelfde soort vragen voorkomen als in de diagnostische toets en richten zich bij het maken van de werkbladen steeds meer op deze diagnostische toets. Aangezien niet alle onderdelen van de werkbladen goed in een digitale toets te verwerken zijn, is het

² Applet Grafieken tekenen: http://www.fi.uu.nl/toepassingen/02024/toepassing_wisweb.html

lastig om te zorgen dat de leerlingen deze vaardigheden wel aanleren; denk hierbij aan het tekenen van een grafiek met potlood en papier of het verwoorden van een denkproces. In het onderdeel *Digitale toetsen* is meer te lezen over de beperkingen van een digitale toets.

In eerste instantie was het de bedoeling dat de leerlingen het zelf zouden melden als ze klaar waren om de toets te doen. Dit bleek echter organisatorisch niet haalbaar. Er moet voor de toets steeds een ruimte beschikbaar zijn en een begeleider die weet hoe de leeromgeving werkt en welk wachtwoord gebruikt moet worden. Bovendien bleek dat leerlingen liever geen toets maken en het dan ook uitstellen tot op het laatste moment, slechts een handje vol heeft de toets op eigen initiatief gemaakt. Daarom is besloten om alle leerlingen tegelijk de toets te laten maken. De toets is nog steeds beveiligd met een wachtwoord, zodat de leerlingen niet alvast naar de toets kunnen kijken. Op het moment dat iedereen op een goede plaats zit en het stil is, wordt het wachtwoord gegeven, en kunnen de leerlingen met de toets beginnen. In het tweede deel van bijlage 7.4 is een foto-impressie te zien van een toets op het Amadeuslyceum.

Werkbladen

Bij het uitproberen van de werkbladen op UniC bleek al dat de leerlingen wat langer met de werkbladen bezig waren dan van tevoren verwacht. De leerlingen op het Amadeus werd daarom aangeraden om twee keer anderhalf uur per week in te plannen. Dit bleek voldoende te zijn. Er waren wel leerlingen die klaagden dat ze het niet af hadden, maar zij erkenden ook dat ze er geen drie uur aan gewerkt hadden.

Over de werkbladen worden door de leerlingen redelijk veel vragen gesteld, vooral over de eerste twee pakketten. Deels vragen zij om bevestiging of ze het goed gedaan hebben, deels vragen ze om uitleg of verduidelijking. Vooral de vragen om bevestiging namen af met de introductie van de diagnostische toetsen.

Over de hoeveelheid stof en uitleg in de werkbladen zijn de meningen van de leerlingen erg verdeeld. Een aantal leerlingen vindt dat er te weinig uitleg wordt gegeven in de werkbladen. Vooral bij het pakket *rekenen met variabelen* komt dit naar voren. De uitleg komt een beetje over als gegoochel met lettertjes, maar als je het samen nog een keer stap voor stap doorneemt, wordt het al duidelijker. Deze leerlingen hebben iets meer begeleiding, in de vorm van individuele aandacht of een workshop, nodig om een abstract onderwerp onder de knie te krijgen.

Andere leerlingen vinden het juist prettig dat ze niet steeds hele stukken tekst moeten lezen voordat ze verder kunnen met het maken van sommen. Deze laatste groep is ook van mening dat het prettig is dat er niet zoveel dezelfde soort sommen achter elkaar gemaakt moeten worden. Dit zijn vooral leerlingen die het snel oppikken en uit het boek ook niet alle opgaven maken.

Digitale Toetsen

Een digitale toets ontwerpen vraagt een andere aanpak dan het maken van een gewone toets. De vorm en soort van de vragen in de toets, is anders dan in een toets die de leerlingen op papier maken. Sommige soorten vragen kunnen in een digitale toets niet of moeilijk gesteld worden; bijvoorbeeld alle vragen waar een zin als antwoord verwacht wordt, zoals vragen naar een strategie of beschrijving en tekeningen.

De overige vragen kunnen worden gegoten in een van de vraag sjablonen die in Moodle beschikbaar zijn; *meerkeuze-*, *waar/onwaar-*, *numeriek-*, *kort antwoord-*, *koppel-*, *berekenende-* en *close vraag*. Op de laatste twee soorten na, is het invoeren van een vraag redelijk gebruikersvriendelijk. De gebruiker krijgt een soort tekst editor veld te zien waarin de opmaak aangepast kan worden en afbeeldingen en links toegevoegd kunnen worden, zie Figuur 5. Afhankelijk van het soort vraag kan eronder aangegeven worden welk antwoord correct is, hoeveel punten voor elk antwoord gehaald kunnen worden, of er een foutmarge toegestaan is en of er een eenheid gewenst wordt bij het antwoord. Voor het invoeren van een berekenende- of close vraag – waar in één vraag meerdere van de andere vragen gecombineerd of tussen de tekst geplaatst kunnen worden – zal de gebruiker wat codering moeten gebruiken die in de *help* terug te lezen is. Met een close vraag is het mogelijk om bijvoorbeeld een tabel te maken.

Figuur 5: Toevoegen van een vraag in Moodle.

Een groot nadeel van toetsen op de computer is vooral zichtbaar bij de kort antwoord vragen. Het antwoord dat de leerling geeft moet letterlijk overeenkomen met het gewenste antwoord, anders rekent de computer het fout. Wanneer gevraagd wordt naar een formule en het gewenste antwoord is $y=ax+b$, zal de computer $y=b+ax$ en $y=a*x+b$ niet goed rekenen. Doordat het mogelijk is om bij een kort antwoord vraag 10 correcte (of half correcte) antwoorden in te voeren, kan dit probleem deels verholpen worden. Een soortgelijk probleem ontstaat er bij eenheden bij numerieke vragen. Wanneer er in het gewenste antwoord geen eenheid opgegeven is, zal de computer antwoorden waar wel een eenheid bij staat fout rekenen en vice versa. Dit kan worden opgelost door bij de alternatieve eenheden de eenheid te zetten met factor 1 (=100% goed) en de gewone eenheid leeg te laten.

Een fout gespelde term wordt door de computer uiteraard ook niet goed gerekend; in één van de toetsen schreef een aantal leerlingen *dalent* in plaats van *dalend*. Ook het antwoord *de grafiek is dalend* rekent de computer niet goed. Dit soort antwoorden zijn van te voren niet allemaal te bedenken en komen dus niet in de lijst met correcte antwoorden voor. Een oplossing hiervoor is om achteraf te zoeken naar foute antwoorden van leerlingen die met een gewone toets wel goed gerekend zouden worden en deze foute antwoorden in de vraag toe te voegen aan de lijst met correcte antwoorden. Vervolgens kunnen alle resultaten van de leerlingen *herberekend* worden op basis van de nieuwe antwoorden en zullen voor sommige leerlingen de cijfers hoger worden.

Veel leerlingen noemen het letterlijk invullen van een antwoord als nadeel van de digitale toetsen. Ze zijn bang dat hun antwoorden ten onrechte fout gerekend worden. Vooral met de diagnostische toetsen kwam dit naar voren, omdat de leerlingen niet begrepen waarom het antwoord fout was en hier onzeker van werden.

Als voordelen van de digitale toets noemen de leerlingen dat je meteen na afloop je cijfer weet, dat de toets niet zo lang duurt, dat er meerkeuze vragen in zitten en je dus kunt gokken en dat je de rekenmachine van Windows en applets kunt gebruiken.

Voor de docent zal het maken van een digitale toets, zeker de eerste paar keren, veel meer tijd kosten dan het maken van een gewone toets. Maar hier staat tegenover dat de toets niet meer nagekeken hoeft te worden en dat in plaats hiervan alleen even de kort antwoord vragen even nagelopen hoeven te worden.

3.4 Opbrengst

De resultaten van de toetsen op het Amadeus vielen een beetje tegen. Vooral de eerste toets is slecht gemaakt. De derde toets is een stuk beter gemaakt. Dit kan te maken hebben met het feit dat de leerlingen aan de digitale toets moesten wennen, maar ook met het feit dat het derde pakket met werkbladen veel minder abstract is dan de eerste twee.

Kwadraten

In het pakket over kwadraten zouden de leerlingen moeten leren wat kwadraten zijn, hoe ze kwadraten uitrekenen – zowel uit het hoofd als met de rekenmachine –, hoe kwadratische formules eruit zien en hoe ze die op stellen. Voor dit laatste werd de applet *Stippel Algebra opdrachten*³ gebruikt.

Veel leerlingen vonden het moeilijk om een formule op te stellen en wisten ook niet meer zo goed hoe dat ging. Het was handig geweest om in de werkbladen een stukje van hoofdstuk 6 van Getal en Ruimte, waarin het opstellen van formules aan bod komt, te herhalen. Ook was het lastig dat er in de applet *expressies* gemaakt moeten worden en geen *formules*. Ook uit de toets blijkt dat het rekenen met kwadraten over het algemeen beter gemaakt wordt dan het deel over kwadratische formules.

Variabelen

Het doel van het pakket over variabelen is dat leerlingen expressies met variabelen korter kunnen schrijven door haakjes weg te werken en gelijksoortige termen samen te nemen. Uit de toets komen geen verschillen naar voren tussen de verschillende onderdelen; haakjes wegwerken, variabelen optellen, vermenigvuldigen en gelijksoortige termen samennemen. De resultaten van de toets waren beter dan die van de eerste toets.

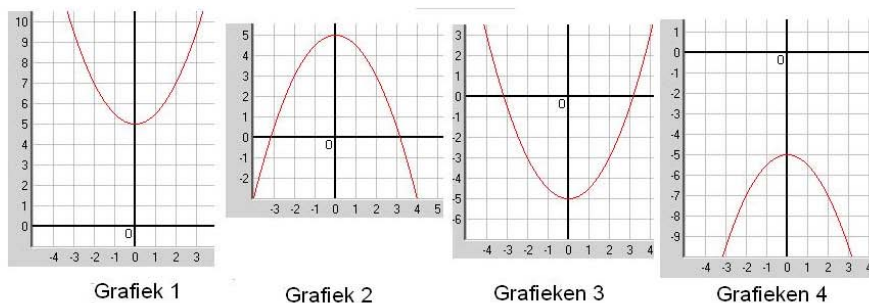
Parabolen

Met het pakket parabolen is het de bedoeling dat de leerlingen leren om een grafiek te tekenen bij een kwadratische formule – zowel met de hand als met de computer – en om uit een dergelijke grafiek informatie af te lezen. Veel van de leerlingen hebben echter nauwelijks geoefend met het tekenen van een grafiek met de hand, omdat ze wisten dat de toets op de computer zou zijn en ze dus geen grafiek met de hand hoefden te tekenen op de toets. Het tekenen van grafieken met de applet, hebben wel alle leerlingen geoefend. Hieruit blijkt dat de toets voor de leerlingen het einddoel is.

³ Stippel algebra opdrachten: http://www.fi.uu.nl/toepassingen/00299/toepassing_wisweb.html (niveau 2; driehoeksgetallen-1, rechthoeksgetallen, F-getallen en in de toets Flip getallen)

7 Je ziet hieronder 4 grafieken van kwadratische formules. Welke formule hoort bij welke grafiek?

3 Punten



Grafiek 1:

Grafiek 2:

Grafiek 3:

Grafiek 4:

Figuur 6: Een opgave uit de toets over parabolen.

Figuur 6 is een opgave uit de digitale toets over parabolen. Het is de bedoeling dat de leerlingen uit de rolmenu's rechts steeds een juiste formule bij iedere grafiek zoeken. Dit kunnen zij doen door te beredeneren of door punten in te vullen. Een groot aantal leerlingen koos echter voor een andere strategie; ze tekenden de grafieken bij de formules uit de rolmenu's met de applet Grafieken tekenen om ze vervolgens te vergelijken met de gegeven plaatjes.

In dezelfde toets komt ook een vraag voor waar de leerlingen een tabel moeten invullen bij een gegeven formule. Ook deze formule werd door een aantal leerlingen in Grafieken Tekenen ingevuld, waarmee ze zich een hoop rekenwerk bespaarden.

Door de applet Grafieken tekenen slim te gebruiken in vragen waar ze deze eigenlijk niet hoeven te gebruiken, komen de leerlingen bij ingewikkeldere vragen als die van figuur 5, tot een redelijk gemakkelijke oplossing. Dit is ook terug te zien in de resultaten van de toets; de toets is beter gemaakt dan de eerste twee toetsen, terwijl niet alle leerlingen de werkbladen helemaal hebben kunnen maken doordat zij in tijdnood kwamen. De vraag is echter of de leerlingen op deze manier wel de gewenste vaardigheden aanleren. Lang niet alle leerlingen hebben bijvoorbeeld geoefend met het tekenen van een parabool met pen en papier. Bij de opgave van figuur 5 is het geen probleem als de leerlingen de applet gebruiken; het oplossen van een dergelijke som door te beredeneren behoort niet tot het curriculum van de eerste klas en het zoeken naar een eigen oplossingsstrategie sluit juist goed aan bij de ideeën van de school.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Lesmateriaal en toetsen

Het maken van werkbladen op de computer, al dan niet in combinatie met applets of een digitale toets, spreekt de leerlingen erg aan. Over het algemeen zijn de leerlingen erg handig met de computer en het invullen van de werkbladen op de computer levert dan ook geen problemen op. De pakketten met lesmateriaal zijn door de leerlingen in 3 uur te maken.

Het grote voordeel van een digitale toets is dat de leerlingen meteen het resultaat te zien krijgen. Dit is voor de docent natuurlijk ook een groot voordeel. Ook de digitale diagnostische toets vinden zij handig, ze kunnen aan de hand hiervan meteen bepalen of ze nog extra moeten oefenen, of uitleg moeten vragen. De diagnostische toets zorgt er wel voor dat de leerlingen zich nog meer richten op de toets. Bij het ontwerpen van een digitale toets moet wel goed nagedacht worden over de soort vragen en de mogelijke antwoorden die door de leerlingen gegeven kunnen worden.

Het is niet nodig om bij het ontwikkelen van de werkbladen alle opgaven opnieuw te maken. Opgaven uit *Getal en Ruimte* kunnen goed worden ingepast en zijn met name gebruikt om mee te oefenen en de opgedane vaardigheden toe te passen. Ook zijn er combinaties gemaakt van opgaven uit *Getal en Ruimte* die met een applet worden opgelost.

Een groot deel van de leerlingen kan de werkbladen prima zelfstandig – in tweetallen of kleine groepjes – doorwerken en stelt af en toe een vraag. Een deel van de leerlingen heeft misschien wat meer begeleiding nodig en vraagt veel om uitleg of bevestiging. Deze groep zou bijvoorbeeld door middel van een workshop op weg geholpen kunnen worden of gestimuleerd kunnen worden om zelf aan de slag te gaan. Uit de toets blijkt dat de leerlingen de stof redelijk tot goed beheersen, dus ook abstractere onderwerpen, zoals algebra, kunnen de leerlingen door zelfstudie – met begeleiding – leren.

4.2 Antwoorden op onderzoeksvragen

Onderzoeksvraag 1

Voor welke wiskunde onderwerpen zijn de scholen op zoek naar lesmateriaal en zijn deze onderwerpen onafhankelijk van de thema's?

Voor de eerste klas is er vooral behoefte aan methode onafhankelijk lesmateriaal voor algebra. Dit is zowel bij UniC als bij het Amadeuslyceum het geval, terwijl deze scholen de thema's verschillend inrichten. Ook bij Vathorst blijkt dat algebra lastig in te passen is, in de thema's die voor de eerste klas bedacht zijn. Hieruit zou de

conclusie getrokken kunnen worden dat deze onderwerpen onafhankelijk zijn van de gekozen thema's.

Onderzoeksvraag 2

Waaraan moet wiskunde lesmateriaal voor de nieuwe scholen voldoen en sluiten de ideeën over Realistisch Wiskunde onderwijs aan bij het thematisch onderwijs?

Lesmateriaal voor scholen die thematisch onderwijs aanbieden, moet door de leerlingen zelfstandig door te werken zijn. Bovendien moet het aanmoedigen de leerlingen zelf na te laten denken; dus niet klakkeloos een voorbeeld na te doen, en te overleggen. Samenwerken is erg belangrijk. Ideeën over Realistisch wiskundeonderwijs sluiten hier goed bij aan, interactie en reflectie zijn ook hier belangrijke pijlers.

Het lesmateriaal moet de leerlingen aanspreken en bij voorkeur via de elektronische leeromgeving aan de leerlingen aan te bieden zijn. Verder is het gebruik van interactieve materialen, zoals applets, gewenst. Voor wiskunde is op de scholen vaak ongeveer een dagdeel per week beschikbaar. Het is handig als een pakket materiaal binnen die tijd af te ronden is.

Onderzoeksvraag 3

Hoe kan lesmateriaal en de organisatie gestructureerd worden, zodat de scholen het onderling uit kunnen wisselen en nieuw en bestaand materiaal gemakkelijk terug te vinden is?

Voor het uitwisselen van lesmateriaal is een website beschikbaar bij het FI. Aan de hand van een ordening in onderwerpen en subonderwerpen is het materiaal terug te vinden, door te bladeren. Het is de bedoeling dat de scholen hun materiaal zelf ook in deze structuur kunnen zetten, zodat dit niet via het FI hoeft te lopen, maar dat is op dit moment nog niet mogelijk. In de toekomst zou dit wellicht gefaciliteerd kunnen worden via een zogenaamd Content Management Systeem⁴.

⁴ Een Content Management systeem is een applicatie op een server die tot doel heeft de publicatie van gegevens op het internet te vergemakkelijken en bestaat in het kort uit: een database met materiaal, een website waarop dit materiaal gepubliceerd wordt en een programma om het materiaal in de database te zetten.

5 Persoonlijke Leeropbrengst

Van mijn onderzoeksstage bij het Freudenthal Instituut heb ik veel geleerd. Met name op het gebied van onderwijsvernieuwing, realistisch wiskundeonderwijs, lesmateriaal ontwikkelen en digitale leeromgevingen. Ook was dit voor mij de eerste keer dat ik zelfstandig een onderzoek van deze omvang heb opgezet, uitgevoerd en geëvalueerd. Bij het Freudenthal instituut is veel kennis en ervaring aanwezig op het gebied van onderzoek en wiskundeonderwijs, ik heb hier, vooral bij het vinden van literatuur en lesmateriaal, gebruik van kunnen maken.

Onderwijsvernieuwing

Via deze onderzoeksstage heb ik in de keuken kunnen kijken bij een aantal scholen die thematisch onderwijs toepassen. Deze scholen lopen vooruit op onderwijsvernieuwingen die in de basisvorming op stapel staan. Door mee te kijken op deze scholen heb ik ervaring met verschillende werkvormen, en ideeën voor lessen en projecten, opgedaan, die ik als docent zeker kan gebruiken. Tevens heb ik literatuur gelezen over onderwijsvernieuwing en onderwijsvormen. Hierdoor ben ik me veel meer bewust van verschillende manieren om onderwijs in te richten en dat ook geen “nieuwe leren” school hetzelfde is.

Realistisch wiskundeonderwijs

Door het lezen van literatuur en afkijken bij lesmateriaal dat door anderen bij het FI gemaakt is, heb ik veel geleerd over de ideeën die horen bij realistisch wiskunde onderwijs. Ik heb ook geprobeerd om het lesmateriaal volgens deze ideeën te ontwikkelen en zal dit ook doen als ik in de toekomst nog eens lesmateriaal maak.

Lesmateriaal

Bij het maken van het materiaal vond ik het vooral lastig om in te schatten hoe lang de leerlingen er ongeveer mee bezig zouden zijn. Als ik nu opnieuw een pakket materiaal zou maken, denk ik dat ik het nog steeds lastig zou vinden om dit in te schatten. Dit komt vooral doordat ik niet precies weet hoe lang de leerlingen op het Amadeus ermee gewerkt hebben.

Leeromgevingen

Zowel op UniC als op het Amadeus werken de leerlingen en docenten met een digitale leeromgeving. Vooral de leeromgeving die het Amadeus gebruikt, Moodle, wordt in het onderwijs veel gebruikt. Ik denk dat zeker de ervaring met het toetsen maken in deze leeromgeving, me nog van pas zal komen.

6 Nawoord

Ik heb met veel plezier aan dit onderzoek gewerkt. Het ontwikkelen van lesmateriaal vond ik leuk om te doen en ik vond het heel interessant om mee te kijken op de nieuwe scholen. Er is in de media veel aandacht voor “het nieuwe leren” en ik weet nu veel meer van de onderwijsvormen op de Scenario 4 scholen.

Ik wil graag Eelco van der Wal en zijn collega's op het Amadeuslyceum en Tom Goris en zijn collega's op UniC bedanken voor de gastvrijheid en de mogelijkheid om het lesmateriaal uit te proberen. Martin van Reeuwijk, Vincent Jonker en Monica Wijers wil ik bedanken voor het advies en de begeleiding vanuit het Freudenthal Instituut.

Naar aanleiding van mijn onderzoek en de samenwerking met het Amadeuslyceum en EPN, ben ik telefonisch geïnterviewd door een journaliste van EPN voor een artikel over het gebruik van Getal en Ruimte op nieuwe scholen. Dit artikel is na te lezen in bijlage 7.3.

7 Bijlagen

7.1 Hoe verloopt de zoektocht naar geschikt lesmateriaal?

Claire Linders, februari 2005

Dit is een verslag van een onderzoekje met betrekking tot zoeken naar lesmateriaal op het internet, waaronder Celebrate.

Docenten die lesgeven op een school met thematisch onderwijs maken over het algemeen geen of weinig gebruik van een traditionele methode. Ze maken zelf vakoverstijgend materiaal dat in thema's aan de leerlingen wordt aangeboden. Hiernaast krijgt de wiskunde docent te maken met expliciete wiskundeonderwerpen die niet aan een thema te verbinden zijn of meer oefening vergen. Hiervoor is dus weer apart materiaal nodig. Om te voorkomen dat al het materiaal zelf ontwikkeld moet worden, kan bestaand materiaal worden gebruikt. Denk hierbij aan bepaalde onderdelen van de methoden, maar ook aan materiaal dat op verschillende websites beschikbaar is. Er lijken genoeg bronnen te zijn, maar is dit materiaal ook terug te vinden?

Meestal is er voorafgaand aan de zoektocht niet een duidelijk beeld van wat er gezocht wordt, maar wordt er uitgegaan van wat er zoal te vinden is. Het aanbod is bepalend voor het verloop van de zoektocht.

Op het internet is een grote verzameling bronnen te vinden, maar naast het internet worden ook collega's, artikelen en methoden geraadpleegd. Op het internet is google het favoriete beginpunt van een zoekactie. Het wisweb van het Freudenthal Instituut is eveneens populair. Ook wordt er ook gezocht op onder anderen methodesites, kennisnet, de digitale school, wiskunde web en webquest.

Veel websites met lesmateriaal hebben zoekmachines of een andere zoektool. Ook is er vaak de mogelijkheid om gewoon door het materiaal heen te bladeren. Het blijkt dat beide manieren van zoeken worden gebruikt; ze hebben beiden hun voor- en nadelen. Bladeren kost meer tijd – maar je ziet wel al het beschikbare materiaal, de zoekmachine is sneller – maar het vermoeden bestaat dat deze teveel informatie filtert. Er is dan ook geen duidelijke voorkeur voor manier van zoeken, al wordt zoeken met een index met hoofd- en subonderwerpen wel als overzichtelijk beschouwd. Het belangrijkste is dat er bruikbare informatie gevonden wordt, het maakt niet zoveel uit hoe dit gebeurt. Wanneer een website bruikbare informatie bevat, wordt deze in veel gevallen opgeslagen in de favorieten of op een andere manier gearchiveerd.

Bij het zoeken met een zoekmachine moet je als gebruiker zoektermen invoeren. Afhankelijk van het aantal zoektermen krijg je een bepaalde hoeveelheid hits. Meestal wordt er begonnen met zoeken met 2 of 3 zoektermen. Wanneer dit teveel

resultaten geeft wordt er ingezoomd door meer zoektermen toe te voegen. Andersom zoeken komt ook voor, er wordt eerst gezocht met heel veel zoektermen en bij te weinig resultaten worden de zoektermen steeds minder expliciet.

De tijd die besteed wordt aan het zoeken op internet varieert nogal. De een stopt niet tot hij iets geschikts gevonden heeft, terwijl de ander na een kwartiertje al tot de conclusie komt dat hij het materiaal beter zelf kan maken. De mening dat het zoeken naar materiaal op internet veel tijd kost wordt over het algemeen wel gedeeld. De websites met lesmateriaal en vooral de zoekmachines op deze websites, zijn ook op een aantal manieren voor verbetering vatbaar.

Zoekmachines worden er van verdacht dat ze in eerste instantie teveel filteren, zodat niet alle bruikbare informatie gezien wordt. Een oplossing zou kunnen liggen bij het gebruik van intelligentere zoekmachines, bijvoorbeeld door ze te laten leren van de feedback van de gebruiker (is de gebruiker tevreden met het geboden resultaat, waardoor wel of niet). Ook is het prettig als de menustructuur op de website helder en overzichtelijk is. Verder wordt als verbeterpunt genoemd dat er meer websites zouden mogen zijn; is er daadwerkelijk te weinig materiaal, of zijn wellicht niet alle websites even goed terug te vinden?

Over de kwaliteit en toepasbaarheid van het materiaal zijn de meningen nogal verdeeld. Soms wordt iets passends gevonden dat zo ingezet kan worden of bewaard wordt voor een later tijdstip. Regelmatig voldoet het materiaal echter niet aan alle verwachtingen. Dan wordt het óf zo aangepast zodat het wel bruikbaar is, óf toch maar niet gebruikt omdat aanpassen een tijdrovend klusje is. Vaak wordt het hele zoekproces en het daarbij gevonden materiaal gezien als inspiratiebron voor het materiaal dat uiteindelijk zelf wordt gemaakt.

De meningen over het Europese demoportal Celebrate zijn redelijk positief. Er is veel materiaal beschikbaar dat er op het eerste gezicht goed uit ziet, maar de zoekmachine is voor verbetering vatbaar, deze filtert – net als veel andere zoekmachines – te streng. Bij de gerichte zoektocht naar het Learning Object “Make Five”, komt naar voren dat deze applet lang niet door iedereen gevonden wordt. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de strenge filtering van de zoekmachine, maar wellicht ook aan de ingevoerde metadata.

7.2 Introductie woordformules

Claire Linders, april 2005

fotoinsight.com
digital photo processing

AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LX NL NO PD PT SE TR UK

FotoInside.co.uk is changing its name: Fotoinsight.co.uk - photo printing & gifts

Home Photo Processing Posters, Calendars, Gifts Online Album Tracking E-Cards

Photo service price overview

Size, inch	Price £	from 50 items*
5"x3.5"	£0.10	£0.09
6"x4"	£0.14	£0.12
6"x4.5"	£0.19	£0.16
7"x5"	£0.22	£0.19
8"x6"	£0.49	-
12"x8"	£0.99	-

* Only applies to orders containing one image size.

Method of delivery	Postage & packaging
Postal delivery	£1.95

All prices indicated include VAT but exclude postage & packaging. Postage & packaging includes all handling fees.

Calculator Order now

fastlab fast • easy • inexpensive

Homepage Order Photos Products & Prices Order Tracking How Does It Work? Useful Info Contact Questions

Products & prices

FastLab offers you professional quality photos, processed on high quality glossy photo paper (silver halide paper). The colors of your photos, unlike with Inkjet, Dye sublimation or laser printers, will remain stable for dozens of years.

Photos

Standard format	Paper size*	Price
3"x5"	9x12cm to 9x13cm	0.10 GBP
4"x6"	10x13cm to 10x15cm	0.15 GBP
5.5"x7"	13x17cm to 13x19cm	0.25 GBP

*The exact paper size will vary depending on the proportion of your digital images. A picture taken with a digital camera has a proportion of 3:4, whereas a traditional photo has a proportion of 2:3.

Shipping & Handling

Packing/shipping costs per order (international priority mail)	1.80 GBP
--	-----------------

© 2004 Fastlab, All rights reserved. Fastlab is a service of Colorplaza Ltd
[About us](#) :: [Terms & Conditions](#)

Foto's bestellen op het internet

Bekijk eerst de twee websites, voordat je de vragen gaat beantwoorden.

Bij het bestellen van foto's op internet, moet je verschillende kosten betalen:



- Een bedrag per foto
- Een bedrag om het pakket te laten versturen.

Omcirkel deze bedragen op plaatjes van de websites, zodat je ze gemakkelijk terug kunt vinden

a) Hoeveel moet je voor 10 foto's van 10 x 15 (4" by 6") bij Fotoinsight?

.....
 En bij Fastlab?

b) Vul de tabel in:

Aantal foto's	5	10	15	20	25
					
					

c) Welke website is goedkoper bij 5 foto's?

Welke website is goedkoper bij 30 foto's?

Voor hoeveel foto's maakt het niet uit welke website je kiest?

d) Voor hoeveel foto's is Fastlab goedkoper? meer / minder dan

Voor hoeveel foto's is Fotoinsight goedkoper? meer / minder dan

e) Zijn 20 foto's precies 2 keer zo duur als 10 foto's? Waarom of waarom niet?

.....

f) Leg uit in je eigen woorden hoe je het bedrag voor 60 foto's bij Fotoinsight kunt berekenen:

.....

g) Als je wilt vertellen hoe je iets in het algemeen kunt uitrekenen, kun je hiervoor een **woordformule** gebruiken om het kort op te schrijven:

<p>woordformule: Prijs bij Fotoinsight = x aantal foto's +</p>
--

h) Wat is de woordformule voor Fastlab?

.....

i) Leg uit hoe je de woordformule voor iedere website kunt maken als je de kosten per foto en de kosten voor versturen weet.

.....

7.3 Artikel EPN

Uit: Getal en Ruimte # 44 – nieuwsbrief bij de methode Getal en Ruimte / juni 2005

> wat u bezighoudt

De leerkracht als regisseur van het lesmateriaal

Dit schooljaar zijn er in heel Nederland in het voortgezet onderwijs scholen begonnen volgens de opzet van het nieuwe leren. In deze nieuwe onderwijsvorm staat het zelfstandig werken en verantwoordelijkheid voor het eigen leren centraal. Een van deze zogenaamde scenario 4 scholen is het Amadeus Lyceum in Utrecht. Wat betekent het nieuwe leren voor het vak wiskunde? En hoe wordt er met de lesmethode *Getal en Ruimte* omgegaan? Een verkenning.

De rust is het eerste wat opvalt bij binnenkomst in de domeinruimte waar de kinderen van het Amadeus werken. De leerlingen zitten achter hun laptop. Ze overleggen met elkaar of met een leerkracht. Ze maken een werkstuk of zijn bezig met wiskunde. Sommige komen bij de docent een briefje inleveren waar op staat dat ze een toets willen volgen. In de hoek van de grote ruimte is een kleiner lokaal waar klassikaal mondelinge uitleg wordt gegeven. Als de handen in het domein omhoog gaan, wordt iedereen stil en kan er een algemene mededeling worden gedaan. 'Al na een paar weken zag je hier een veilige sfeer en een open relatie tussen leerkrachten en leerlingen,' vertelt Michiel Maas, de sectordirecteur havo/vwo.

Organisatie van het onderwijs

In het domein zitten de honderd leerlingen van het eerste leerjaar bij elkaar. Vmbo TL, havo en vwo leerlingen door elkaar. Deze manier van werken heeft gevolgen voor de organisatie van het onderwijs. Elke twaalf tot vijftien leerlingen hebben een eigen begeleider. Naast begeleider zijn de leerkrachten ook vakdocent, die expert wordt genoemd. Deze vakdocenten zijn weer onderverdeeld in vijf leergebieden: mens en maatschappij, mens en natuur, kunst, sport en beweging en talen. De lesstof wordt via intranet aangeboden. Om daar toegang

te krijgen halen de leerlingen elke dag als eerste hun persoonlijke laptop op. De leerstof wordt gemaakt door de leerkrachten. Michiel Maas: 'Je kunt dus niet slaafs achter een methode aan lopen, maar moet die creatief gebruiken. De leerkracht is de regisseur van het materiaal dat hij aanbiedt.' Voor dit doel worden verschillende bronnen en doelen gebruikt. 'Als leerkracht vraag je je af: wat haal ik uit de methode, en wat heb ik daaromheen nodig,' vertelt Maas. 'Dat kun je in principe overal vandaan halen.'

Verder dan wiskunde alleen

Eelco van der Wal is vakdocent wiskunde op het Amadeus. Hij is de laatste jaren vooral werkzaam geweest binnen de Tweede Fase en vanuit die achtergrond vertrouwd met zelfstandig en projectmatig werken. 'Het leuke van deze manier van werken is dat je meer om je heen moet gaan kijken,' vertelt hij. 'Bij het samenstellen van de leermiddelen rond een project, begin ik bij wiskunde. Zo hebben we net het project 'Met het oog op...' gehad. Daarin heb ik de workshop 'Licht en schaduw' verzorgd. Vanuit de wiskunde begin je dan natuurlijk met meetkunde, maar al snel kom je dan op de camera obscura en de werking van de ogen. Uiteindelijk heb je dan een werkdocument dat veel verder gaat dan de wiskunde waar je mee bent begonnen, en dat inmiddels alle vakken bestrijkt.'

Toch kleeft er ook een lastige kant aan deze werkwijze, vertelt Van der Wal. 'Je gaat toch bij allemaal bronnen op zoek naar het meest geschikte materiaal. Uit een wiskundemethode haal je dit, uit een natuurkundemethode weer dat. Dat gaat toch knagen. Is dat wel netjes? Nu hebben we met EPN de afspraak dat we het materiaal uit *Getal en Ruimte* hiervoor mogen gebruiken. Dat is een heel mooie omgeving om vanuit te vertrekken naar onze eigen Amadeus-leerlijn voor wiskunde.' Over één ding is Van der Wal namelijk heel uitgesproken: 'Lesmateriaal maken is een vak apart'.

Lesmateriaal ontwikkelen

'Omdat wij een voorlooptschool zijn, is het natuurlijk fijn om te weten dat je ergens op terug kunt vallen,' zegt Michiel Maas. 'We maken daarom bijvoorbeeld gebruik van webquest, dat door het SLO is ontwikkeld, en we hebben ondersteuning van EPN en het Freudenthal Instituut, dat onderzoek doet naar alle aspecten van het wiskundeonderwijs en materiaal ontwikkelt.' Ramon Verwijst is als ict-uitgever van EPN nauw betrokken bij de ontwikkelingen binnen het Amadeus. 'Wij zijn als uitgeverij geïnteresseerd in hun ontwikkeling en bevindingen en zij waren op zoek naar een educatieve uitgever die hun het les-

lees verder op pagina 10

vervolg van pagina 9

materiaal in digitale vorm kon aanbieden,' vertelt hij. Het specifieke van een scenario 4 school is dat ze niet uitgaan van de leerinhoud, maar van de competenties die leerlingen moeten ontwikkelen. Verwijst: 'Ze werken met samengestelde leergebieden. Door alle boeken en werkboeken in pdf beschikbaar te stellen, kan de leerkracht de stof op een eigen manier in deze leergebieden hangen.' Deze opzet geldt niet voor de scenario's 1 tot en met 3, waar alleen een deel van de tijd uit projecten zal bestaan. 'Als uitgever kun je voor die projecten naast het reguliere materiaal extra katernen maken,' zegt Verwijst. 'Maar bij die leergebieden wordt het spannend, want hoe ga je daar goed materiaal bij maken? Dat is echt ingewikkeld, en als voorloper loopt het Amadeus tegen al deze problemen aan. Wij kunnen daar ook veel van leren.'

Groeiproces

'Het is een groeiproces,' zegt Eelco van der Wal. Een deel van het wiskundemateriaal verzorgt hij zelf of met behulp van het Freudenthal Instituut, maar voor het merendeel wordt nog gewerkt met de leerboeken van *Getal en Ruimte* of met de Engelse versie *Numbers and Space*. 'Op de computer zien de kinderen in de planning welke delen van het boek ze moeten doen,' vertelt hij. 'De kracht van *Getal en Ruimte* is dat het zo gestructureerd is. Kinderen kunnen er heel goed mee uit de voeten, door de structuur kunnen ze er gemakkelijk zelfstandig mee aan het werk.' Wel zijn ze in het team op zoek naar een mengvorm tussen projecten en de reguliere stof. Van der Wal: 'Als in het project 'Licht en schaduw' de meetkunde aan de orde is geweest, kun je dat deel uit



het boek dus overslaan. Zo komen er natuurlijk steeds meer onderdelen in projecten terecht.' Toch verwacht hij dat je niet alle wiskunde hierin kwijt kan. 'Ik zie wiskunde als een gereedschapkast. Die kist moet je eerst vullen met universeel gereedschap dat je vervolgens op allerlei manieren gaat leren gebruiken. Als je kist goed gevuld is, kun je daar steeds meer mee doen, en het in complexere contexten gaan toepassen. Dat universele gereedschap kun je niet allemaal in projecten aanleren, daar heb je vakuren voor nodig.'

Vakoverstijgend of niet

Claire Linders, student-assistent bij het Freudenthal Instituut, kan dit beaamen. Zij onderzocht welke wiskundeonderwerpen in vakoverstijgende thema's passen en welke niet. Hieruit kwam naar voren dat

met name algebra zich niet in het projectmatige werken laat passen. 'Voor deze scholen moet voor dit onderdeel dus een oplossing worden bedacht. Ik heb me daarom beziggehouden met het ontwikkelen van een compact pakket, waar onder andere via applets het verwerkingsmateriaal en de extra's worden aangeboden,' vertelt Linders. 'De bedoeling is dat de leerlingen per onderdeel hooguit een middag bezig zijn.'

Als voordeel van deze manier van werken ziet Linders de mogelijkheid die de computer biedt om werk uit handen te nemen. 'Grafieken bijvoorbeeld, natuurlijk moeten kinderen die zelf kunnen maken, maar als er veel grafieken moeten worden gemaakt, kan dit worden uitbesteed aan de computer.' Of er ook een nadeel aan deze manier van werken zit, weet Linders nog niet.

'Het moet nog uitgeprobeerd worden op de scholen. Misschien ga ik wel te snel door de stof heen, dat zal moeten blijken.'

Getal en Ruimte in pdf
Van der Wal ziet ook mogelijkheden met de bestaande methode van *Getal en Ruimte*. 'Nu wij de lesstof op pdf's hebben, kunnen wij zelf ook die kleine leergebieden maken en aanbieden. Op zich heb je daar dan geen nieuwe lesstof voor nodig buiten de projecten,' vindt hij. 'Toen we nog uit de boeken werkten, zag je dat kinderen alle vragen uit het werkboek gingen overtypen om het op de computer te kunnen beantwoorden. Ze werken gewoon het liefst op het beeldscherm. Nu we alles op pdf's hebben, scheelt dat een hoop tijd. Alle lesstof en het verwerkingsmateriaal kunnen we dus digitaal aan de leerlingen aanbieden.'

Toekomst
De vraag is dan ook of de uitgever deze ontwikkeling als toekomstbeeld ziet. Martin Chirer, uitgever van *Getal en Ruimte*: 'Wij zullen zeker meer dingen uit *Getal en Ruimte* digitaal gaan aanbieden. Over het algemeen zie je namelijk de tendens dat scholen meer moeite hebben om de leerlingen te motiveren. Ze zijn dus op zoek naar mogelijkheden om op een andere manier les te geven: meer variatie in werkvormen, bredere context en meer gebruik maken van verschillende bronnen.' Docenten hebben daardoor volgens Chirer behoefte aan een grotere hoeveelheid faciliteiten. 'Daar kunnen wij als uitgever op inspelen. Zowel door de methode te flexibiliseren, als in het aanbieden van dingen rondom de methode, bijvoorbeeld digitale onder-

steuning.' De combinatie van gedrukte en digitale leermiddelen zal volgens hem steeds groter worden. 'En wij zullen deze ontwikkeling in *Getal en Ruimte* de ruimte geven,' benadrukt Chirer. '*Getal en Ruimte* is groot geworden in de lespraktijk. Ook nu staan we open voor discussies en behoeftes. Dus als scholen projecten hebben, zijn we altijd bereid mee te denken. Zij kunnen dan contact opnemen met mij of uitgever Klaas Dolsma.'

Interactieve situatie
Sectordirecteur Michiel Maas ziet de toekomst van zijn school al helemaal voor zich: 'Zowel leerling als ontwikkelaar kan dan ingrepen gaan doen in het lesmateriaal. Je krijgt daardoor echt een interactieve situatie,' schetst hij. 'Je zou in deze interactie zelfs de structuur van games kunnen gebruiken. Door de manier waarop de leerling de stof plaatst en verplaatst komen ze in volgende levels terecht.' Maas zou er grote voorstander van zijn. 'Je doorbreekt het lineaire en kunt gaan werken met twee onderdelen: need to know, en nice to know waar je alleen maar in kunt komen als je het eerste onderdeel met succes hebt doorlopen.' En huiswerk? 'De leerling logt thuis gewoon in via intranet, en kan er dan met de eigen huiscomputer gewoon mee verder gaan.'

Martin Chirer en Klaas Dolsma zijn bereikbaar via e-mail (m.chirer@epn.nl en k.dolsma@epn.nl) of telefonisch via 030 - 638 3031. Meer informatie over het Amadeus Lyceum is te vinden op www.amadeuslyceum.nl. <

Veel docenten willen flexibel om kunnen gaan met *Getal en Ruimte*. Vanzelfsprekend wordt daarbij dan ook gebruik gemaakt van het digitale materiaal bij de methode. Veel van die scholen hebben contact gezocht met EPN, bijvoorbeeld met de vraag om extra digitaal materiaal. Die ondersteuning leveren we graag.

Op het **Stad en Esch college in Meppel** werkt men in het laatste semester van dit schooljaar in 4 havo met een elektronische leeromgeving. In die elektronische leeromgeving, een soort studiewijzer op de computer, zijn de uitwerkingen van de boeken beschikbaar. docente Karla Thie van Stad en Esch: Dit is voor ons de eerste keer dat we op deze manier werken. De leerlingen zijn enthousiast. We hebben aan de uitgever gevraagd of we over de elektronische versie van de uitwerkingen konden beschikken en beschikbaar mochten stellen via de ELO. We hebben gekozen voor uitwerkingen, omdat dit zelfwerkzaamheid op school en thuis stimuleert".

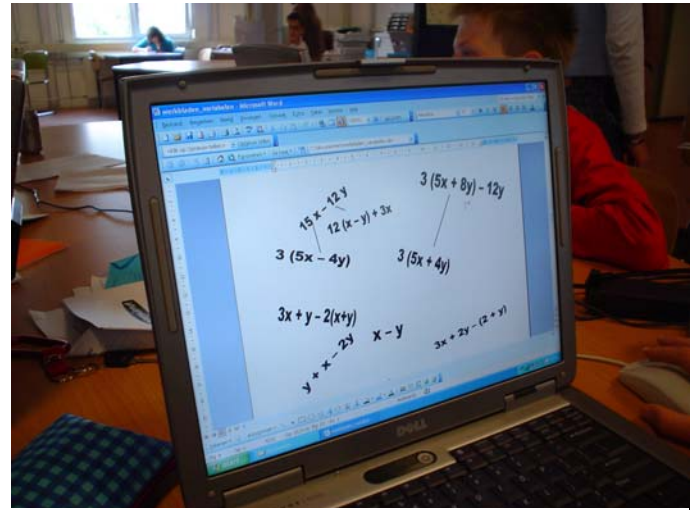
Het **Katholiek Lyceum in 't Gooij** start volgend jaar met een laptopklas 1 havo/vwo. Leerlingen zullen hier een deel van elke les op de laptop werken. Ook de docent is voorzien van een laptop en heeft bovendien de beschikking over een beamer, zodat dat wat op het computerscherm gebeurt, geprojecteerd wordt. Docent Theo van der Weiden: "We blijven in onze lessen gewoon uitgaan van de opbouw van de boeken. Op veel momenten zal de docent echter gebruik maken van de laptop om zaken te demonstreren. Bijvoorbeeld de theorie uit het leerboek, voorzien van animaties. ICT kan echt een meerwaarde hebben als het om uitleggen van theorie gaat. Ook zullen leerlingen veel oefenen met de computer. De werkboek-i cd-rom biedt daarvoor volop mogelijkheden".

Op het **Stedelijk Lyceum in Enschede** werken leerlingen in 1 vmbo sinds dit jaar met de interactieve studiewijzers; per les staan de benodigde bronnen (papier en elektronisch) overzichtelijk op een rij. Henk Jan Timmerij: "Een deel van de inhoud van het boek en van de leerling cd-roms bij het werkboek-i wordt via onze elektronische leeromgeving aangeboden. Daarnaast hebben we zelf interactief materiaal gemaakt voor de hoofdstukopeningen. Belangrijk is ook dat de leerlingen de beschikking hebben over de studiewijzer. Die wordt ook digitaal aan de leerling aangeboden. In het eerste kwartaal vertelde ik de leerlingen per les wat ze moesten doen, maar gaandeweg het afgelopen schooljaar bleek dat de leerlingen prima in staat zijn om zelfstandig met deze studiewijzers en met de boeken en de digitale leermiddelen te werken. Leerlingen werken zelfstandig door de stof van een hoofdstuk en ontwikkelen eigen leerstijlen. Ook bepalen ze zelf wanneer ze een proefwerk doen. Wat opvalt is dat leerlingen veel gemotiveerder werken en ook nog eens hogere cijfers voor de proefwerken halen. Wij gaan volgend jaar door voor leerjaar 2!"

7.4 Foto impressie Amadeus



Figuur 7: Leerlingen aan het werk met de werkbladen in groepjes of tweetallen.



Figuur 4: De leerlingen maken de opgave zonder problemen op de computer.

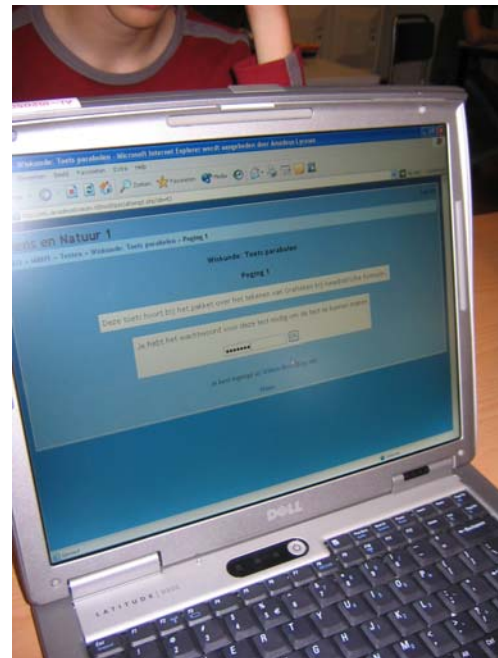


Figuur 8 en 9: In het domein zitten alle leerlingen bij elkaar en werken zij in groepjes of zelfstandig aan opdrachten.

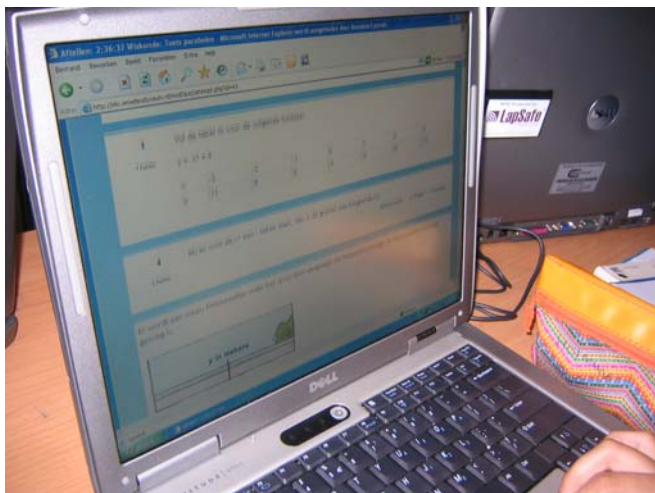
Foto's tijdens de toets



Figuur 10: Tijdens de toets zitten de leerlingen tegenover elkaar.



Figuur 11: De toets is beveiligd met een wachtwoord zodat alle leerlingen tegelijk beginnen.



Figuur 12: De toets op het beeldscherm.



Figuur 13: Leerlingen krijgen meteen na afloop hun cijfer te zien.

8 Bronnen

8.1 Het nieuwe leren

1. Goris, T. (2004). UniCe Wiskunde. *Nieuwe Wiskrant*, september 2004
2. Website UniC: www.unic-utrecht.nl
3. Welter, L. (2004) Het nieuwe leren zet traditioneel onderwijs op zijn kop. *Didactief*, maart 2004.
4. Taakgroep Vernieuwing Basisvorming (2004). *Hoofdrapport: Beweging in de onderbouw*.
5. Taakgroep Vernieuwing Basisvorming (2004). *Programmaliijnen vakgebieden*, Werkdocument 7 bij *Beweging in de onderbouw*.
6. Taakgroep Vernieuwing Basisvorming (2004). *De docent in de nieuwe onderbouw (en de lerarenopleiding)*, Werkdocument 8 bij *Beweging in de onderbouw*.
7. Emst, A. van (2002). *Koop een auto op de sloop. Paradigmashift in het onderwijs*. APS, Utrecht.
8. Bordier, C., Hoek, G. van, Hoogland, K. en Huijkelom, J. van (2005). *Van AFgericht naar EIGENwijs*. APS, Utrecht

8.2 Curriculum

9. Overzicht van wiskunde voor leerlingen in onderbouw vmbo – feb. 2004, Martin van Reeuwijk, FI
10. Uitlegning havo-vwo onderbouw Matrix – bespreekversie 4-11-03
11. Wiskunde 1vmbo kgt – Speciaal ontwikkeld materiaal voor het experiment de nieuwe onderbouw, Wolters-Noordhoff
12. Basismateriaal Curriculumontwikkeling UniC – 18 feb 2004
13. Wiskunde binnen Slash21, document website Slash21 www.slash21.nl

8.3 Learning Objects, Celebrate, Metadata

14. McCormic, R. (2003). Keeping the pedagogy out of Learning Objects. Celebrate.
15. Celebrate (). Working with the Celebrate project, Step 1: Guidelines for content providers including technical specifications for Learning Objects.
16. Celebrate (). *Learning Objects for European Schools*. Second workshop of the Celebrate user-group.
17. University of Wisconsin, Center for International Education. *Learning Objects*. <http://www.uwm.edu/Dept/CIE/AOP/learningobjects.html>
18. Celebrate demoportal <http://www.uwm.edu/Dept/CIE/AOP/learningobjects.html>
19. Werkgroep DU metadata richtlijn, Digitale Universiteit (2004). *Werken met metadata in DU-projecten*.
20. Kennisnet, vertegenwoordigers BE-sector (2004). Metadatastandaard voor educatieve content: een praktisch toepassingsprofiel.

8.4 Lesmateriaal

21. Wiskunde webmasters: www.wiskundeonderwijs.nl
22. Algebra Tools – versie juni 2004, FI
23. Lesmateriaal van verschillende FI projecten, zoals Wisweb, Welp, Rekenweb, Winst, Wisbaak.
24. Wisfaq: www.wisfaq.nl
25. EPN. Getal en Ruimte 1hv1, 1hv2.
26. EPN. Numbers and Space 1hv1, 1hv2.
27. Pluspunt groep 7 en groep 8

8.5 Realistisch wiskunde onderwijs

28. Amerom, B. van (2002). *Reinvention of early algebra*. CD-beta Press, Utrecht.
29. Drijvers, P. (2003). *Learning algebra in computer algebra environment. Design research on the understanding of the concept of parameter*. CD-beta Press, Utrecht.
30. Gravemeijer, K.P.E. (2003). Betekenisvol Rekenen. *Willem Bartjens, tijdschrift voor het reken-wiskundeonderwijs*, 22(4), Utrecht, pp. 5-8
31. Gravemeijer, K.P.E. (1994). *Developing realistic mathematics education*. CD beta Press, Utrecht. (samenvatting)
32. Jonker, V., Galen, F. van (2004). *KidsKount; Mathematical games for realistic mathematics education in primary school*
33. Reeuwijk, M. van (1995). *Early School Algebra, a Dutch perspective*.
34. Reeuwijk, M. van en Meyer, R. M. (2004). *Dot Patterns and Number Strips: Investigating Regularity with Applets*
35. Reeuwijk, M. van (2004). *School Algebra struggle, what about algebra computer games?*