

**Claire Linders** deed in het schooljaar 2004-2005 een klein onderzoek op scholen die experimenteren met de nieuwe onderbouw en thematisch onderwijs. Samen met **Martin van Reeuwijk** beschrijft ze de achtergronden van thematisch onderwijs (als een vorm van nieuw leren), en geeft ze enkele voorbeelden van hoe dat in de praktijk uitpakt.

## Wiskunde in Scenario 4

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.

Deze opgave komt uit een pakket voor de brugklas over rekenen met variabelen. Het is een digitale opgave zonder context, om algebraïsche vaardigheden mee te oefenen. De leerlingen overleggen in tweetallen 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 dichter naar elkaar toe en vervolgens verbinden ze de expressies met een lijntje, zie figuur 2.

### 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 projectgestuurd 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 uitziet – begeleiden (Trouw, november 2004).

Een belangrijk kenmerk van de in dit citaat bedoelde scholen is dat de vakinhouden zoveel mogelijk in vakoverstijgende thema's of leergebieden geïntegreerd worden. In het vervolg zal in dit artikel dan ook gesproken worden over 'thematisch onderwijs', wanneer het dit type onderwijs betreft.

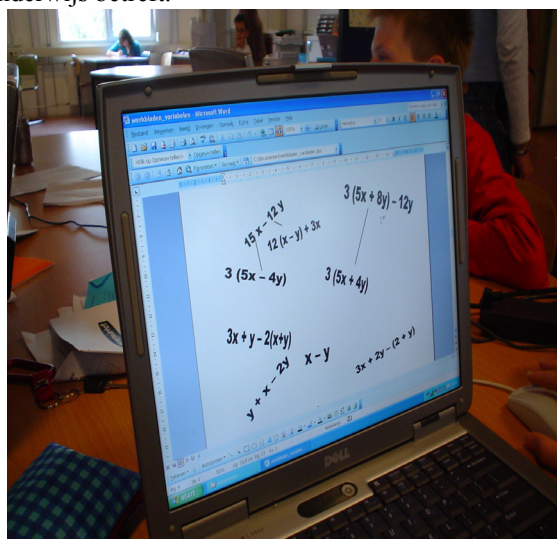


fig. 1 Het resultaat van het werkblad op de computer

De scholen die thematisch onderwijs toepassen, lopen vooruit op de invoering van de nieuwe onderbouw; veelal zijn aanbevelingen reeds in praktijk gebracht en over het algemeen zijn ze een stapje verder in de vernieuwingen. Zo wordt bij deze scholen de rol van proefwerken en huiswerk minder groot, en komen prestaties en competenties hiervoor in de plaats. De leerlingen moeten laten zien dat ze competent zijn in het klaren van een bepaalde klus en het reflecteren op hun eigen handelen. Hierbij zijn zowel kennis als 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 wat de geleverde prestatie waard is. Reflectie is de motor van het leerproces (Van Emst, 2002; 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. Een experiment van Van Emst (2002) waarin de leerlingen bij het werken met thema's konden kiezen uit zo'n vijftien prestaties waaraan ze in groepjes moesten werken, heeft positieve ervaringen opgeleverd.

Het Freudenthal Instituut (FI) is door een vijftal 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 thema's of leergebieden geven, zitten ze toch allemaal met min of meer dezelfde vragen omtrent wiskunde in relatie tot de thema's. Om deze vragen te beantwoorden en ervaringen en materiaal te ontwikkelen en uit te wisselen komen docenten van de vijf scholen, aangevuld met medewerkers van het FI en APS, onder de geuzennaam Scenario-5, regelmatig als groep bij elkaar. Het onderzoek waar in dit artikel verslag van wordt gedaan, speelde zich vooral op drie van deze vijf scholen af in het schooljaar 2004-2005.

### ***Vathorstcollege***

Het Vathorstcollege in Amersfoort is in augustus 2005 van start gegaan. Het is een school met een sterk kunst- en cultuurprofiel. De thema's op het Vathorstcollege zijn steeds gebaseerd op een bepaalde cultuurhistorische periode. Het Freudenthal Instituut is gevraagd om mee te denken over wiskundeopdrachten 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 maatschappijthema's, welke om en om aan bod komen. De leerlingen werken zelfstandig in een grote ruimte, waar per leerling een computer aanwezig is. Ook zijn er kleinere studieruimtes om rustiger te kunnen werken. De meeste opdrachten maken de leerlin-

gen in groepjes, zogenaamde maatjescircles. De samenstelling van deze groepjes verandert na een aantal weken, zodat de leerlingen 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. 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. Voor wiskunde werd in het eerste schooljaar 2004-2005 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 alledrie de scholen speelt ICT een belangrijke rol. Op elke school 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 applets of gebruik van internet, is dus geen enkel probleem.

## **Wiskunde in de nieuwe onderbouw**

Wiskunde wordt, net als de meeste andere vakken, op deze scholen zoveel mogelijk geïntegreerd in de vakoverstijgende thema's of leergebieden. Het lukt vaak echter niet om het gehele wiskundecurriculum in de thema's in te passen. De onderdelen die niet geheel in de thema's passen, zijn te verdelen in drie categorieën; ten eerste de onderwerpen die in een thema wel vluchtig aan bod komen, maar niet volledig; die wiskunde moet nog expliciet gemaakt worden en de leerlingen moeten hier nog op reflecteren en soms meer mee oefenen. Ten tweede zijn er vaardigheden die de leerlingen zich 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 'traditioneel' wiskundeboek gebruikt, soms wordt ook op het internet gezocht of wordt het materiaal uiteindelijk zelf gemaakt.

### ***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, zou er een hoop dubbel werk wor-

den gedaan als de scholen allemaal hun eigen materiaal gaan maken. Ook voor een instituut als het Freudenthal Instituut 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 luidde:

Aan wat voor lesmateriaal voor welke wiskundeonderwerpen is behoefte op scholen die thematisch onderwijs toepassen?

Deze vraag is in drie deelvragen uitgesplitst:

- Voor welke wiskundeonderwerpen zijn de scholen op zoek naar lesmateriaal, en zijn deze onderwerpen onafhankelijk van de thema's?
- Waaraan moet wiskundelesmateriaal voor de nieuwe scholen voldoen en sluiten de ideeën over realistisch wiskundeonderwijs aan bij het thematisch onderwijs?
- Hoe kunnen het lesmateriaal en de organisatie ervan gestructureerd worden, zodat de scholen het onderling kunnen uitwisselen, en nieuw en bestaand materiaal gemakkelijk terug te vinden is?

## Experiment op de scholen

In het kader van dit onderzoek zijn werkbladen ontwikkeld voor onder andere algebra. Dit was een van de onderwerpen die de scholen moeilijk aan een thema konden verbinden. Zowel op UniC als op het Amadeus hebben de leerlingen gewerkt met deze werkbladen, die beschikbaar werden 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 twee keer anderhalf uur per setje werkbladen, inclusief de toets.

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

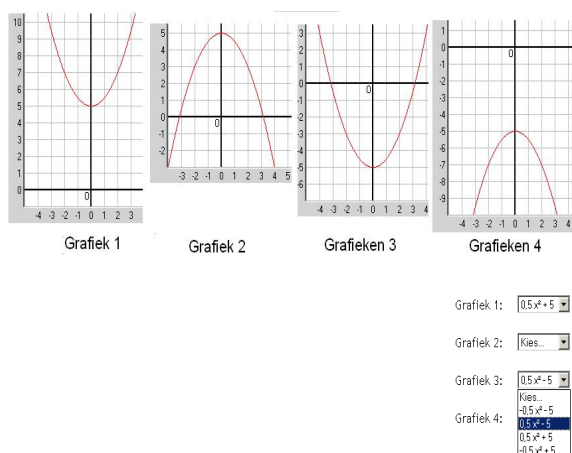


fig. 2 Een opgave uit de digitale toets over parabolen

Bij de opgave uit figuur 2 is het de bedoeling dat de leerlingen uit de rolmenu's rechts steeds een juiste formule

bij iedere grafiek zoeken. Dit kunnen zij doen door te redeneren 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 WisWeb-applet *Grafieken Teken* – die direct via het web en de ELO toegankelijk was – 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 Teken* ingevuld, waardoor ze de tabel cadeau kregen en zich een hoop rekenwerk bespaarden.

Door het applet *Grafieken Teken* slim te gebruiken, komen de leerlingen ook bij ingewikkeldere vragen redelijk makkelijk tot een oplossing. Dit is ook terug te zien in de resultaten van de toets; deze toets is beter gemaakt dan de eerste twee, 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 2 is het geen probleem als de leerlingen de applet gebruiken; het oplossen van een dergelijke opgave door redeneren hoort 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.

## Resultaten

De leerlingen van UniC zijn gewend aan het werken met de leeromgeving; al vanaf het begin van het schooljaar is al het lesmateriaal via EdUniC beschikbaar. Bij het Amadeus was de leeromgeving pas geïnstalleerd en hadden de leerlingen er 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 ze een inleiding te zien. Onderaan de 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 ze wellicht belangrijke instructies.

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 leerlingen vinden de invulvakjes om de antwoorden in te zetten 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 invullen van sommige wiskundige symbolen, zoals  $x$ ,  $o$ ,  $^2$  is lastig. 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 zo 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 onderwerpen die in de werkbladen aan de orde zijn geweest. 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 probleem door de mogelijkheid 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 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 tekenen 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 hetzelfde soort vragen voorkomt 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 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 volledige eindverslag van het onderzoek 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 handjevol heeft de toets op eigen initiatief gemaakt. Daarom is besloten om alle leerlingen tegelijk de toets te laten maken. De toets is steeds beveiligd met een wachtwoord, zodat de leerlingen er niet alvast naar 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.

### **Conclusies**

Na een jaar experimenteren op de scholen kunnen we voorzichtig enkele conclusies trekken.

Voor de eerste klas is er vooral behoefte aan methodeonafhankelijk lesmateriaal voor algebra. Dit is zowel bij UniC als bij het Amadeus Lyceum 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 dit onderwerp onafhankelijk is van de gekozen thema's.

Over het lesmateriaal en de criteria waar dit aan moet voldoen kunnen we het volgende zeggen. Lesmateriaal voor scholen die thematisch onderwijs aanbieden, moet veelal door de leerlingen zelfstandig door te werken zijn. Bovendien moet het de leerlingen aanmoedigen om zelf na te denken en te overleggen, in plaats van klakkeloos een voorbeeld na te doen. Samenwerken is erg belangrijk, dit past goed bij de ideeën over realistisch wiskundeonderwijs; interactie en reflectie zijn ook daar belangrijke pijlers. Het lesmateriaal moet de leerlingen aanspreken en bij voorkeur via de elektronische leeromgeving aan te bieden zijn. Verder is het gebruik van interactieve materialen, zoals applets, gewenst. Het is ook handig als een pakket materiaal binnen de tijd die op school voor wiskunde beschikbaar is, af te ronden is.

Het beschreven onderzoek is inmiddels afgerond, maar de Scenario-5-groep gaat verder. In een volgend artikel zal wat dieper worden ingegaan op de ervaringen van de 'Scenario-5'-scholen met het ontwikkelen en het gebruik van nieuwe leermiddelen voor wiskunde.

### **Literatuur**

Bordier, C., G. van Hoek, K. Hoogland, & J. van Huijkelom (2005). *Van AFgericht naar EIGENwijs*. Utrecht: APS.

Emst, A. van (2002). *Koop een auto op de sloop. Paradigmashift in het onderwijs*. Utrecht: APS.

*Claire Linders, IVLOS lerarenopleiding UU  
Martin van Reeuwijk, Freudenthal Instituut*