

Peter Eshuis

docent wiskunde
Carmel College Salland, Raalte
p.eshuis@carmelcollegesalland.nl

Rob Houtenbos

uitgever *Moderne Wiskunde*
Noordhoff Uitgevers, Groningen
r.houtenbos@noordhoff.nl

Judith Boertjens

uitgever *Getal & Ruimte*
Noordhoff Uitgevers, Groningen
j.boertjens@noordhoff.nl

Onderwijs

Digitalisering van wiskunde in het voortgezet onderwijs

In het voortgezet onderwijs neemt ICT een steeds grotere plaats in. We nemen een kijkje achter de schermen bij een wiskundedocent voor een beeld van de huidige praktijk. Verder vertellen de uitgevers van de grootste lesmethodes voor wiskunde, *Getal & Ruimte* en *Moderne Wiskunde*, over hun digitale toekomstplannen.

Ervaringen uit de praktijk

Peter Eshuis is docent wiskunde aan het Carmel College Salland en actief gebruiker van ICT in de wiskundeles. In dit artikel geeft hij een impressie van de goede ervaringen, de frustraties en de valkuilen die hij tot nu toe is tegengekomen bij de digitalisering van het wiskundeonderwijs.

“Bij de start van het schooljaar 2015–2016 zullen alle docenten en leerlingen een laptop hebben.” Met deze mededeling werd ons op het Carmel College Salland te Raalte duidelijk gemaakt dat er geen ontkomen meer aan was: er moest gedigitaliseerd worden. Dat was ook al wel op te maken uit de visie van de school, waarin vermeld staat dat het onderwijs per 2016 voor 50 procent ondersteund wordt door digitale didactiek en wat betreft leermiddelen voor 50 procent bestaat uit digitale content. Hoewel nog niet iedere school aan de laptop is, krijgt iedereen in meer of mindere mate te maken met de digitalisering van het onderwijs. Of dit goed is valt op dit moment nog niet met zekerheid zeggen. Er zijn onderzoeken die aantonen dat digitaliseren zorgt voor mindere leerresultaten [1], maar er is ook onderzoek dat aantoont dat het juist wel gunstig is [2]. Een belangrijk punt dat naar voren komt is

dat volledig digitaliseren leidt tot slechtere resultaten — alleen wanneer er in beperkte mate wordt gedigitaliseerd zijn er betere resultaten geconstateerd. Feit blijft dat de docent in ieder geval steeds meer te maken krijgt met een gedigitaliseerde omgeving.

Knoppencursus

Bij de uitrol van de laptops begin dit schooljaar is er geen knoppencursus aangeboden om docenten en leerlingen te laten wennen aan het nieuwe apparaat, aangezien iedereen inmiddels zo digitaal vaardig geacht wordt dat dat niet nodig is. Uiteraard bleek dat een veel te optimistische aanname, gezien het aantal collega's dat ik heb geholpen met hun laptop. Ik doe dat met plezier en het verbaast mij ook allermindst dat het nodig is, maar dat ervan uitgegaan wordt dat iedereen goed met een laptop om kan gaan verbaast me wel. Overigens moet ik hier direct aan toevoegen dat ik zelf dezelfde foute aanname heb gemaakt betreffende de vaardigheid van de leerlingen. Alles wat met games of sociale media te maken heeft, hebben ze perfect onder de knie, maar basisvaardigheden met betrekking tot Windows of Office ontbreken bij velen.

Digitalisering voor de laptop

Hoewel leerlingen pas sinds kort met iPads en laptops werken, is de digitalisering van het onderwijs natuurlijk al veel langer aan de gang. Elk lokaal heeft al een computer en veel lokalen hebben een digitaal bord, een beamer met scherm of een grote televisie. Dit maakt het mogelijk om met het programma GeoGebra visuele ondersteuning te geven bij bijvoorbeeld goniometrie of meetkunde. Binnen het wiskundeonderwijs is natuurlijk al veel eerder gedigitaliseerd door de introde van de grafische rekenmachine. Deze is echter al zo ingeburgerd en standaard dat hij over het algemeen door schoolleiders niet eens gezien wordt als een vorm van digitalisering. Geavanceerde apps kunnen er niet op worden gezet en een connectie maken met wifi is meestal ook al niet mogelijk. Het zou dan beter zijn om een smartphone te gebruiken en daar zijn ook zeker nuttige toepassingen voor. Programma's als Kahoot en Socrative zijn ideaal om bijvoorbeeld de voorkennis van de leerlingen snel te testen. De leerlingen loggen via een app in op mijn digitale klaslokaal, waar een quiz is klaargezet. Binnen een paar minuten kan je zo een beeld krijgen van de kennis van de leerlingen. Hier kan dan direct op ingesprongen worden, door een bepaald onderdeel wel

of juist niet te bespreken. Het kan op deze wijze ook helpen om te differentiëren binnen de klas. Het is dan wel belangrijk dat de docent goede vragen in de quiz zet en ook in staat is om de uitkomsten op een juiste wijze te interpreteren.

ICT-gebruik tijdens de uitleg

PowerPoint en Prezi gebruik ik regelmatig, zodat leerlingen opletten op het moment dat ik wat uitleg en niet continu bezig zijn met het overnemen van wat er op het bord staat. Sommige zaken moeten ze wel overnemen en daar geef ik ze dan ook de tijd voor. De gehele presentatie is voor de leerlingen beschikbaar, dus ze kunnen altijd terugvinden wat ik ze geprobeerd heb duidelijk te maken.

Het maken van presentaties vind ik leuk om te doen en kost weinig tijd en moeite meer als het gaat om het uitleggen van relatief eenvoudige onderwerpen. Een groot voordeel is bovendien dat ze makkelijk hergebruikt kunnen worden. Een groot nadeel is dat het tempo er snel uit gaat op het moment dat er veel wiskundige symbolen gebruikt moeten worden – en dat komt uiteraard nog wel eens voor. Dit is een probleem dat ik bij veel programma's tegenkom, en leidt er dan ook toe dat ik dan snel geneigd ben om het toch maar weer ouderwets tijdens de les op het bord uit te werken en niet een digitale presentatie te maken. Dit zorgt ervoor dat ik in de onderbouw veel vaker een digitale presentatie maak dan in de bovenbouw.

Het gebruik van een digitaal bord zie ik als een grote verbetering, zelfs als je hem op dezelfde wijze gebruikt als het vertrouwde krijtbord. Alles wat je opschrijft wordt bewaard; je kan dus later in dezelfde les, of zelfs in een andere les, weer terughalen wat je eerder hebt uitgelegd. Het is bovendien eenvoudig om opmerkingen, markeringen en dergelijke toe te voegen, ook als je het bord gebruikt als een presentatiebord. Daarnaast kan de uitleg ook beschikbaar worden gesteld voor de leerlingen, wat met name erg handig is voor leerlingen die afwezig waren. Dit soort informatie is ideaal weg te zetten in een elektronische leeromgeving, waar naast de uitleg van de eigen docent ook verwezen kan worden naar andere bronnen van uitleg (populair is bijvoorbeeld www.wiskundeacademie.nl).

Erg prettig van een digitaal bord vind ik ook dat een gedeelte van de uitleg al

van tevoren klaargezet kan worden en dat je daar vervolgens met de digitale pen eenvoudig iets bij kan schrijven. Een simpel voorbeeld is het projecteren van een klokvorm bij het behandelen van de normale verdeling, die je vervolgens eenvoudig kan kopiëren en gebruiken. Bij elke opgave heb je dezelfde vorm, je voegt per opgave de gegevens toe die je nodig hebt (door deze er gewoon bij te schrijven) en het staat weer netjes op het bord. Zo kan een digitaal bord veel kleine dingen net iets makkelijker maken. Helaas staat daar tegenover dat sommige praktische problemen deze vereenvoudiging juist weer teniet doen: de bordes moeten (soms meerder malen tijdens een les) gekalibreerd worden, de beamer doet het niet, stiften zijn weg, de sensoren van de stiften werken niet, of iets werkt niet en je hebt überhaupt geen idee wat er precies aan de hand is. Dergelijke problemen leveren veel frustratie op, met tot gevolg dat ik het digitale bord toch minder gebruik dan anders wellicht het geval zou zijn. De digitale bordes zouden voor mij een echte verrijking van het wiskundeonderwijs kunnen betekenen, als ze maar de betrouwbaarheid van een krijtbord hadden. Hopelijk verbetert de techniek zich op dit vlak om dat in de toekomst mogelijk te maken.

Hiervoor werd er al verwezen naar andere bronnen van uitleg, zoals filmpjes op internet. Deze zijn natuurlijk ook zelf te maken. De leerlingen krijgen dan de uitleg op een wijze zoals jij het wilt hebben en ze zijn vertrouwd met de degene die de uitleg geeft. Dit is iets waar ik zelf ook wel eens aan heb gedacht, maar ik zit er persoonlijk niet op te wachten om met mijn hoofd en/of stem voor altijd op het internet te vinden te zijn. Dit soort filmpjes, al dan niet zelf gemaakt, zijn overigens ook goed te gebruiken om als huiswerk op te geven. Thuis worden ze dan al bestudeerd en tijdens de les kunnen de leerlingen voor wie de stof duidelijk is hier direct mee aan het werk. De anderen die extra uitleg willen hebben, kunnen deze nu, met al enige voorkennis, krijgen. Deze vorm van 'flipping the classroom' kan dus erg nuttig zijn om te differentiëren tijdens de les. Een voorwaarde is dan wel dat leerlingen de uitleg ook daadwerkelijk aandachtig gaan bekijken en ook een goede inschatting kunnen maken van of de stof wel of niet duidelijk is.

Digitaal lesmateriaal

Het gebruik van ICT voor het presenteren van kennis speelt al veel langer, maar nu leerlingen zelf ook standaard een laptop bij zich hebben tijdens de lessen is het natuurlijk zonde om daar geen gebruik van te maken. De mate waarin de laptop nuttig gebruikt wordt tijdens lessen verschilt sterk tussen collega's, maar ook tussen leerlingen. Zo wordt de laptop veel gebruikt als een boek achter glas met een ingebouwd schrift. Dit heeft natuurlijk de toegevoegde waarde dat de schooltas wat lichter wordt, maar een laptop kan veel meer. Om echt iets toe te voegen aan de traditionele lesvormen kan je naar verwachting het makkelijkst beginnen bij de uitgevers. In de bovenbouw gebruiken wij de methode *Moderne Wiskunde*, en dit jaar zijn we in de vierde klassen met de 11e editie begonnen. Deze editie bevat veel digitaal materiaal waar ik direct een aantal nuttige toepassingen voor zag. Handig is dat opdrachten digitaal klaargezet kunnen worden zodat de leerlingen daar dan zelfstandig digitaal mee aan het werk kunnen. Met slechts twee lessen per week wiskunde A in havo 4 is de druk op het programma hoog, dus elke verlichting van hetgeen in de lessen moet gebeuren is welkom. De voorkennisparagraaf sla ik bijvoorbeeld in de les soms over, maar de digitale variant kan uitkomst bieden om daar toch niet helemaal aan voorbij te gaan. Deze paragraaf heb ik wel eens voor de leerlingen digitaal klaargezet, met het idee dat ik kan zien welke leerlingen de opgaven hebben gemaakt en bij welke opdrachten ze vastlopen (om hier in de les op terug te komen). Dit inzicht in de voortgang dat zo verkregen wordt zou ik als een grote toegevoegde waarde ervaren van digitaal werken ten opzichte van de ouderwetse manier.

Leerlingen zijn ook enthousiast over digitaal oefenen. Er is direct feedback: ze zien of hun antwoord goed, gedeeltelijk goed of fout is. Bij het ophalen van voorkennis vind ik dit ook voldoende. Er worden soms nog wel correcte antwoorden fout gerekend doordat het systeem nog niet alle notaties kent, maar dat vind ik niet zo'n groot probleem. Problematischer is dat de ingevulde antwoorden van een aantal leerlingen niet bewaard bleven. Ze hadden het dus wel gemaakt, maar hun huiswerk was weg. Dit is natuurlijk een ideale smoes, maar ik heb het zelf zien gebeuren en dus kwamen ze ermee weg. Dat antwoorden

Resultaten:

✕ Antwoord verwijderen Filteren op: Filteren op: Groep ▾

Leden weergegeven van **Wiskunde Docenten** die deelnemen aan de toets [Alles weergegeven](#)

<input type="checkbox"/> Naam	Beantwoord	Status	Score	Weergegeven	Beoordeling
<input type="checkbox"/>	1-12-2015 15:16	Ingeleverd	6	Weergegeven	Geslaagd
<input type="checkbox"/>	1-12-2015 15:17	Ingeleverd	5,5	Weergegeven	Gezakt
<input type="checkbox"/>	1-12-2015 15:18	Ingeleverd	8	Weergegeven	Geslaagd
<input type="checkbox"/>	1-12-2015 15:19	Ingeleverd	7	Weergegeven	Geslaagd

Figuur 1

wegvallen is natuurlijk erg vervelend voor de leerlingen, omdat zij niet kunnen zien wat ze gedaan hebben, maar ook voor mij, omdat ik ook niet kan zien waar de problemen liggen. Van de leerlingen waarvan de gegevens wel bewaard bleven kon ik helaas ook niet zien hoe ze de opgaven gemaakt hadden en dat was nu juist de reden dat ik het digitaal gemaakt wilde hebben. Alles wat ik van hen kon zien is hoe lang ze de voorkennis open hadden gehad. Dit is uiteraard niet de informatie die ik graag gezien had: nu hebben de leerlingen wel de voorkennisopgaven gemaakt en heb ik kunnen bespreken waar ze vragen over hadden, maar het digitale aspect had in dit geval geen enkele toegevoegde waarde. Dit probleem is bekend bij de uitgever en op het moment van schrijven zou het net verholpen zijn. Ik ga het digitale materiaal dan ook zeker weer gebruiken, want ik verwacht het absoluut nuttig te kunnen inzetten.

Ik had gehoopt dat het gebruik van een digitale methode mij van nuttige data zou voorzien, zodat ik mijn lessen beter op de behoeften van de leerlingen af zou kunnen stemmen. Door goede dataverzameling zou dit zeker beter moeten kunnen. De voortgang van leerlingen zou overzichtelijk weer te geven moeten zijn en dit kan digi-

taal veel makkelijk, zo zou je verwachten. Hier worden momenteel gelukkig goede stappen in gemaakt. Het digitaliseren van de methode zou ook heel goed kunnen zorgen voor adaptief onderwijs: het doorverwijzen naar verdiepvragen als een leerling daar aan toe is, of juist naar basisvragen als dat nodig is.

Digitale toetsing

Een ander onderdeel van de digitalisering van het onderwijs is het digitaal toetsen. Digitaal toetsen zou ideaal zijn, zeker als het zou betekenen dat er niet meer handmatig nagekeken meer hoeft te worden. Ik zie daar best wel veel mogelijkheden voor, maar over het algemeen nog niet bij wiskunde. Immers, je wilt vaak de berekening van een leerling hebben om te zien hoe hij aan zijn antwoord komt.

Inmiddels heb ik toch een eerste poging tot digitaal toetsen gedaan en ben daar erg enthousiast over. De stof betrof basisvaardigheden zoals rekenen met breuken en wortels, die leerlingen in de bovenbouw zelfstandig op peil moeten houden. Om ze daartoe aan te zetten, worden deze vaardigheden een aantal keer per jaar getoetst. In dit geval leek digitaal toetsen wel bruikbaar, aangezien het er hier voornamelijk om gaat dat de leerling tot het goede

antwoord kan komen. Deze toets is in *It's Learning*, de elektronische leeromgeving, in elkaar gezet. De toets bestaat uit acht verschillende vragen en per vraag zijn er drie alternatieven klaargezet. De ELO zorgt er dan voor dat elke leerling een alternatief per vraag krijgt en de volgorde is gerandomiseerd. Een groot voordeel van deze digitale toetsing is dat er niet nagekeken hoeft te worden en dat leerlingen direct resultaat zien (zie Figuur 1). Ook kan de leerling zien wat hij fout gedaan heeft, de leerling ziet wat hij ingevuld heeft en wat het had moeten zijn, dus er is direct feedback (zie Figuur 2). Een nadeel is dat er veel tijd gaat zitten in het maken van de toets, maar dat is met name in het begin zo. Dit is een toepassing van het digitaliseren waar ik zeer enthousiast over ben, maar het is voor mij duidelijk dat het op de wijze zoals het hier gedaan is, alleen maar kan bij toetsen waarbij enkel het antwoord van belang is. Met behulp van betere CAS-programma's kunnen er uiteraard ook andere toetsen ontwikkeld worden.

Ik zie vele mogelijkheden voor de digitalisering van het wiskundeonderwijs en ben er ook nog steeds erg enthousiast over, maar dan moeten de randvoorwaarden goed zijn. Is dit niet het geval dan wordt het een frustrerend gebeuren en

Teller: 20 Noemer: 30

12 Bereken en schrijf je antwoord als één breuk. Vereenvoudig als mogelijk. Geef in het antwoord aan wat de teller en de noemer zijn. Teller: 2 Noemer: 3 ...

breuken vermenigvuldigen

Leeg:

✕

✕

Figuur 2

haalt het bij mij erg veel plezier weg. Goed uitgevoerd zou het juist voor gemak kunnen zorgen en van toegevoegde waarde kunnen zijn.

Peter Eshuis

Referenties

1 OECD (2015), *Students, Computers and Learning: Making the Connection*, PISA, OECD Publishing, Paris; doi: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>.

2 ICF Consulting Services Ltd (2015), *Literature Review on the Impact of Digital Technology on Learning and Teaching*, The Scottish Government, Edinburgh.

Adaptief leren met Moderne Wiskunde

Bij *Moderne Wiskunde* wordt volop nagedacht over de verdere digitalisering van de methode. Het is evident dat de docenten bij de volgende edities nog veel en voornamelijk met en uit de boeken zullen werken, maar evenzeer is duidelijk dat veel docenten ook meer digitaal willen werken. Daarbij ontstaat onmiddellijk de vraag om de leerstof meer aan te laten sluiten op de 'leerbehoefte' van de individuele leerling. Nu maakt techniek alles mogelijk: individuele leerroutes door de gehele leerstof van havo/vwo, eventueel over alle leerjaren. Maar de docent wil ook overzicht, de docent wil ook kunnen bijsturen, de docent wil ook een gemeenschappelijke uitleg geven, de docent wil ook dat leerlingen samenwerken. Kortom, we zijn op zoek naar het optimum van aansluiten bij de leerling en de wensen van de docent.

Gepersonaliseerde routes

Voorlopig menen we dat evenwicht gevonden te hebben in een opzet waar we nu mee aan het experimenteren zijn. Dit betreft het aanbieden van (een combinatie van) drie leerroutes: een *extra route* voor de zwakke leerling, een *basisroute* voor de gemiddelde leerling en een *uitdagende route* voor de hele goede leerling.

In de extra route krijgt de leerling per paragraaf twee of drie extra ondersteunende opdrachten aangeboden. De gemiddelde route volgt de lijn van de paragraaf. In de uitdagende route slaat de leerling een

aantal (sub)opdrachten over en krijgt hij/zij op het einde van de paragraaf een aantal uitdagende opdrachten aangeboden.

De leerling wordt afhankelijk van zijn/haar resultaten in de voorgaande hoofdstukken (die qua onderwerp aansluiten op het nieuwe hoofdstuk) automatisch in één van de drie routes geplaatst. (De docent kan overigens ten allen tijde het 'systeem' overrulen en leerlingen zelf in een route plaatsen of zelfs het werken in leerroutes uitschakelen.)

Tijdens de paragraaf kan de leerling van route wisselen, ook weer afhankelijk van zijn/haar prestatie. Maakt de leerling bijvoorbeeld in de basisroute een aantal opdrachten goed, dan stapt hij/zij 'automatisch' over naar de uitdagende route en andersom natuurlijk. Er zijn meestal twee 'wisselmomenten' in een paragraaf, waarmee dus eigenlijk — in theorie — 27 leerroutes ontstaan. De docent kan de vorderingen — en de wisselingen — real time volgen en dus ook ingrijpen als het nodig is.

De docent beschikt vanzelfsprekend over een uitgebreide set van gegevens van de prestaties van zijn/haar klas. Die gegevens worden op een zo overzichtelijk mogelijke manier voor de docent gepresenteerd. Snel is duidelijk of het onderwerp van een paragraaf door een leerling, een groep leerlingen of de hele klas wel of niet wordt begrepen en dus wanneer en voor wie eventueel extra uitleg of hulp nodig is.

De rol van de docent

De rol van de docent verandert in wezen niet: de docent geeft uitleg/instructie, leerlingen gaan aan het werk en de docent stuurt bij wanneer dat nodig is. Het verschil met het werken vanuit het boek is dat de leerlingen vanzelf het niveau van opdrachten krijgen dat bij hen past en dat de docent onmiddellijk overzicht heeft over de voortgang (of het gebrek aan voortgang) van de leerlingen.

De docent hoeft niet te kiezen voor óf het boek óf digitaal. De meeste docenten geven er de voorkeur aan het werken met het boek en digitaal werken af te wisselen. Het ene hoofdstuk leent zich ook beter voor digitale verwerking dan het andere; bij een meetkunde hoofdstuk moet een leerling nu eenmaal veel op papier werken. En dat afwisselen levert ook geen probleem op: het boek en de digitale omgeving bieden beide verschillende leerroutes.

We zijn benieuwd of deze opzet gaat werken. We gaan dit najaar op een aantal scholen twee hoofdstukken van 1hv op deze wijze uitproberen.

Bent u ook nieuwsgierig? Ik houd u graag op de hoogte van de ervaringen. Een e-mail volstaat.

Rob Houtenbos

Een eerdere versie van dit artikel verscheen reeds in *wi.docx*, een wiskunde-periodiek van Noordhoff Uitgevers.

Getal & Ruimte en de digitalisering

Vanuit docenten groeit meer en meer de vraag naar digitaal lesmateriaal bij de lesmethode *Getal & Ruimte*. Nog niet zo lang geleden werd wiskunde op de computer vooral gezien als het even een uurtje oefenen van applets in een computerlokaal. Maar tegenwoordig vragen docenten en scholen om complete oplossingen waarin digitaal lesmateriaal en folio (lesmateriaal op papier) naadloos op el-

kaar aansluiten en waarmee de docent en de leerling optimaal bediend worden. Maar hoe bereik je dat? Wat verwacht een docent en wat verwacht een leerling? En wat is ondanks alle ontwikkelingen op het gebied van ICT en internet in de (les)praktijk wel en niet mogelijk? Is het gebruik van internet nu wel dé oplossing waar docenten om vragen? En hoe speelt de in 2017 te verwachten 12e editie

havo/vwo onderbouw van *Getal & Ruimte* hierop in?

Verwachtingen van docent en leerling

Enerzijds wil de docent van deze tijd differentiëren zodat hij elke leerling op zijn of haar eigen niveau kan laten werken en begeleiden. Anderzijds wil de leerling op ieder gewenst moment geholpen kunnen worden, of uitgedaagd worden op zijn of

haar niveau. Op dit gebied kan digitaal materiaal een meerwaarde hebben.

Sterke en zwakke punten digitaal materiaal

Om materiaal te maken dat aansluit bij de behoefte van docent en leerling, is het van belang ons eerst af te vragen wat de sterke en zwakke punten van digitaal materiaal zijn. Met digitaal materiaal kun je een papieren boek verlevendigen. Je hebt altijd de beschikking over de meest recente versie, theorie kan in tekstvorm én videovorm worden aangeboden, extra bronnen kunnen worden toegevoegd en het aanbod aan opgaven kan worden afgestemd op het niveau van de leerling. Verder kunnen antwoorden en uitwerkingen aan of uit worden gezet en kunnen leerlingen bij het oefenen van online opgaven direct van feedback worden voorzien. Ook is de voortgang van een leerling beter te monitoren omdat hun prestaties in scores worden bijgehouden.

Naast de sterke punten van digitaal materiaal zijn er ook zwakke punten te noemen. De belangrijkste is misschien wel dat wiskundesoftware momenteel alleen in staat is om een uitdrukking en variaties daarop te controleren op juistheid. Wil je grotere uitwerkingen laten controleren omdat er verdeeld over de uitwerking bijvoorbeeld 3 punten te verdienen zijn, dan zijn er drie invulvakken nodig die gericht naar die drie uitwerkstappen vragen. Als gevolg daarvan zal de computer een structuur van uitwerken moeten weggeven. Hierdoor zal een inzichtvraag in het (papieren) leerboek tot een standaardopgave op de computer worden gereduceerd die van een leerling niet het gewenste inzicht zal vragen.

De 12e editie van *Getal & Ruimte*

Zelfs als er digitaal geen beperkingen meer zouden zijn, en alles zou kunnen wat voorheen alleen op papier werd gedaan, is dat dan wat we willen? Moet een leerling alleen een digitale passer en geodriehoek kunnen bedienen, of blijven we het belangrijk vinden dat een leerling ook op

papier met een passer een cirkel kan tekenen? En moet een leerling een kubus en de uitslag ervan alleen op een computer kunnen openvouwen en dichtvouwen, of zijn we van mening dat hij of zij dit ook met zijn handen moet ervaren?

De auteurs van de havo/vwo onderbouw van *Getal & Ruimte* zijn van mening dat beide ervaringen belangrijk zijn en daarom is er gekozen voor *blended learning*. Vandaar dat het leerboek (op papier, als e-book of als tekst in de *Getal & Ruimte*-portal) de leerlijn blijft bepalen en dat naast de opgaven in het boek gedigitaliseerde varianten van opgaven worden aangeboden als die een meerwaarde bieden. Een docent kan er dus voor kiezen om een gedeelte van de opgaven uit het boek te laten maken op papier, en een gedeelte op de computer. Zo blijft de ervaring van het beoefenen van wiskunde op papier dus behouden.

Er is voor gekozen om opgaven die algebruïsche vaardigheden toetsen zowel in het leerboek als digitaal aan te bieden omdat het met de huidige wiskundesoftware mogelijk is om opgaven te randomiseren, directe feedback te geven en adaptiviteit binnen een opgave of serie van gelijke opgaven in te bouwen. Zo krijgt een leerling dus direct gerichte feedback en wordt het aanbod aan opgaven op zijn of haar niveau en voortgang afgestemd. De docent krijgt een goed overzicht van de vaardigheden van iedere individuele leerling en heeft zo meer tijd en aandacht voor de toepassingsopgaven en inzichtopgaven.

Inzichtopgaven zijn met de huidige wiskundesoftware (nog) niet adequaat te controleren; zoals eerder aangegeven, wordt dan de structuur van uitwerken weggegeven die je bij dit type opgaven juist wilt toetsen. Daarom is ervoor gekozen om binnen *Getal & Ruimte* alle afsluitende opgaven (A-opgaven) en andere inzichtopgaven alleen op papier, in het e-book of als 'platte' opgave in de portal aan te bieden. Dit geldt dus ook voor de A-opgaven waarin algebruïsche vaardigheden worden getoetst, want naast het kunnen maken van dit soort

opgaven op de computer is het van belang dat de leerling deze vaardigheden ook op papier beheerst. Uiteraard zal ook de score van deze opgaven zichtbaar worden in de portal, door een automatische controle van het eindantwoord of door een handmatige controle door docent of leerling.

Voor een goede basis en om de opgaven goed te kunnen maken, is het van belang dat een leerling de theorie goed snapt. Daarom zullen bij veel theorieblokken instructievideo's worden aangeboden die, net zoals een docent dat doet, de geschreven theorie van extra uitleg voorzien. Op deze manier kan een leerling thuis of in de klas op ieder gewenst moment en in zijn eigen tempo nog eens naar de uitleg kijken.

De nieuwe editie van *Getal & Ruimte* havo/vwo onderbouw past in de nieuwste generatie leermiddelen van Noordhoff Uitgevers die vanaf het schooljaar 2017/2018 beschikbaar zijn. Kernwaarde bij die generatie leermiddelen is lesmateriaal waarmee een docent *gepersonaliseerd leren* op eenvoudige wijze kan vormgeven: differentiatie die eenvoudig in te zetten is, overzicht over de voortgang van leerlingen en inzicht in hun resultaten. Zo is het leerproces van leerlingen (bij) te sturen door docent én leerling.

Gerichter lesgeven

Bij de 12e editie van *Getal & Ruimte* wordt bij de ontwikkeling van digitaal lesmateriaal vooral ingezet op het verbeteren van het begrip van de leerling en op het toepassen van de basiskennis en basisvaardigheden. Door de voortgang hiervan bij te houden kan de leerstof adaptief worden aangeboden. Tijdens de interactie tussen de docent en de leerling kan de aandacht dan gaan naar diepgaandere toepassingen en inzicht. Het nieuwe lesmateriaal van de 12e editie havo/vwo onderbouw willen we tijdens het schooljaar 2016–2017 in de klas gaan testen. Mocht u geïnteresseerd zijn om hieraan mee te werken, neem dan contact met mij op.

Judith Boertjens

Met medewerking van *Getal & Ruimte*-auteurs Roeland Hiele en Marc Wieringa.

In bovenstaande artikelen bespreken we ervaringen met en toekomstplannen van de methodes *Getal & Ruimte* en *Moderne Wiskunde* van Noordhoff. Hoewel deze twee methodes een groot deel van de markt in handen hebben zijn er ook enkele alternatieven. Zo is *de Wageningse Methode* al geruime tijd in gebruik, en zijn er ook nieuwe (digitale) methodes in opkomst: *MathPlus* (van Malmberg) en *Bettermarks*. Momenteel doen scholen eerste ervaringen op met deze nieuwe methodes. Ook loopt er een pilot van de Open Universiteit waarbij leerlingen op afstand digitaal het vak wiskunde D kunnen volgen als hun school dat niet op de reguliere wijze aanbiedt. In de toekomst hopen we hier op terug te komen.