

Digitaal toetsen vraagt een strakke aanpak

HET MAGISCHE GETAL 4

[Metha Kamminga]



Al jaren kampen hogescholen met een gebrek aan routine in wiskundige basisvaardigheden van studenten. Sinds een paar jaar wordt bij de Noordelijke Hogeschool Leeuwarden (NHL) geprobeerd deze basisvaardigheden voor alle studenten (weer) op routineniveau te brengen met behulp van een interactieve instapcursus. Met twee schriftelijke eindtoetsen wordt nagegaan of het vereiste niveau is behaald. In het volgende wordt uiteengezet hoe de organisatie daarvan geregeld is, wat de resultaten daarvan zijn en hoe het 'magische getal 4' hierin een rol speelt.

Inleiding

In een eerder artikel in *Euclides*^[1] staan de eerste resultaten van het werken met het systeem Maple T.A. beschreven. Vele mogelijkheden van dit toetsysteem kwamen daar aan de orde. Sindsdien zijn we een stuk verder gekomen met de mogelijkheden om digitaal toetsen in te zetten bij het wiskundeonderwijs.

Sinds september 2007 werkt op de NHL het Maple T.A.-systeem ook binnen de digitale leeromgeving Blackboard, wat een aantal voordelen oplevert, niet alleen voor het vak wiskunde, maar ook voor andere vakken, zoals talen en fysisch georiënteerde vakken. In dit artikel beperken we ons met het digitaal toetsen tot het vak wiskunde bij de afdeling Bouwkunde en Civiele Techniek waar we een klein onderzoek hebben gedaan. De uitkomsten van het onderzoek zijn in het artikel verwerkt.

Tot slot zijn ook de ervaringen van de gebruikers van het toetsysteem in het voortgezet onderwijs meegenomen.

Aanpak

Er wordt bij de afdeling Bouwkunde en Civiele Techniek het eerste halfjaar, gedurende twee perioden van 8 weken, slechts één maal per week een contacttijd van 90 minuten aangeboden in groepen van maximaal 15 studenten in een computer-lokaal. Een deel van deze wekelijkse contacttijd wordt besteed aan uitleg op het bord met voorbeelden en toelichting van een aantal onderwerpen. Denk daarbij aan de elementaire algebraïsche vaardigheden, vergelijkingen, kennis van functies, werken met eenheden en ten slotte inleiding differentiëren. De les kan later digitaal nogmaals nagelopen worden in Wisnet (www.wisnet.nl) met interactief lesmate-

riaal en voorbeelden met toelichting. Voor studenten die van het mbo komen is deze basisstof toch nog vrij pittig, maar er wordt wel rekening gehouden met de vrij beperkte wiskundekennis van deze instroom - hoewel dat erg lastig is in verband met de beperkte tijd die ons gegeven is, zoals op bijna alle hbo-instellingen het geval is. Vervolgens gaan de studenten opgaven maken in de vorm van formatieve toetsing, waarbij gewerkt wordt aan het *op routineniveau brengen* van de basisvaardigheden.

In de eerste drie weken wordt het 'huiswerk' onder begeleiding van assistenten gemaakt. Studenten moeten namelijk nog wennen aan het systeem. Wat nieuw voor ze is, is dat de opgaven via de computer worden aangeboden en ook op de computer moeten worden beantwoord. Niet iedereen kan daarmee direct goed omgaan. Ten eerste is het intikken van een formule voor velen al een probleem (wat ons erg verbaast). Als hulpmiddel zit in het Maple T.A.-systeem een knop om de ingetikte formule te bekijken zoals deze ook gedrukt of geschreven zou worden. De opgaven worden in een bepaalde volgorde aangeboden, afgedwongen door het systeem. De bedoeling hiervan is frustratie te voorkomen, opdat studenten niet aan iets moeilijks kunnen beginnen als het voorgaande nog niet goed beheerst wordt.

Assistenten zien er op toe dat de student de formule van de opgave overschrijft en de uitwerking in het schrift maakt, waarna het antwoord in de computer wordt ingevoerd. Het is vooral in het begin van groot belang hier goed op te letten. Het is een hele strijd (die soms wel een paar weken duurt) om studenten de opgaven in het schrift te laten maken en twee schriften te hanteren: één voor aantekeningen en één voor de

training. In het begin belandt kladpapier vaak in de prullenmand, zodat er later geen mogelijkheid meer is om feedback te geven op gemaakte fouten. Het is dus niet wat vaak gedacht wordt: 'opgaven maken op de computer', maar: 'opgaven maken in het schrift'. Er mag geen gebruik gemaakt worden van kladpapier (de uitwerkingen komen namelijk geheel in het schrift te staan) en de grafische rekenmachine mag maar heel beperkt worden gebruikt. De voordelen van het aanbieden van de opgaven per computer zijn, naast de dosering en de volgorde, dat de computer feedback geeft die direct beschikbaar is na afsluiten van de toets en ook achteraf beschikbaar blijft. Dat het antwoord ingetoets moet worden, zien de studenten eerst als nadeel, maar het blijkt op den duur een groot voordeel te zijn. Studenten worden meer en meer bedreven in het invoeren van formules en zien steeds meer de structuur ervan in. De praktijk is dat de formule-angst na deze 'onderdompeling' wordt overwonnen. Assistenten helpen alleen als de feedback van de digitale toets niet toereikend is, ze helpen bij voorkeur dus niet met het maken van de toetsen zelf.

Trainingstoetsen

Een trainingstoets bestaat meestal uit vijf opgaven en voor een dergelijke toets, die een minuut of 15 duurt, moet de student minimaal 80% scoren. Scoort hij minder, dan kan dezelfde toets herkanst worden nadat de feedback bestudeerd is. De feedback wordt bij deze trainingstoetsen volledig vrijgegeven. Niet alleen het goede antwoord wordt gepresenteerd, maar soms ook nog een mogelijke weg om tot het antwoord te komen of er worden verwijzingen naar het lesmateriaal gegeven. Tijdens het maken van de toets zijn ook vaak hints beschikbaar. Echter bij bepaalde onderwerpen waar we écht het routineniveau eisen, geven we soms een bepaalde toets meerdere keren: eerst mét hints en uitgebreide feedback, daarna een toets zonder hints en ten slotte een toets met tijdslimiet om de routine op te voeren. In de reeks

van toetsen is op dat moment, wat niveau betreft, een pas op de plaats ingebouwd ten behoeve van de routine. Doordat het Maple T.A.-systeem verregaande randomisering mogelijk maakt, krijgt de student bij het herkansen van 'dezelfde toets' steeds andere vragen. De student kan dus de toetsen die nog niet met 80% score zijn afgerond op eigen initiatief herkansen op elk moment wanneer hij maar wil met dien verstande dat er steeds maximaal vier pogingen mogelijk zijn. Dit is allemaal instelbaar in het toetsysteem.

Het magische getal 4

Het aantal van vier is erg belangrijk. Op grond van jarenlange ervaring hebben we geconcludeerd dat dit precies het aantal is waarop een soort 'frustratieomslagpunt' bereikt wordt. Bied je namelijk meer pogingen aan dan vier, dan is de student kwistiger met zijn pogingen en wordt het ten slotte gokken en een kunstje om de opgaven te kunnen maken. Ook is het vrij frustrerend voor studenten als ze meer dan vier keer onder de maat presteren. De kans dat ze dan het bijltje erbij neergooien, wordt vrij groot. Bovendien is het leereffect van de toets ook niet groot meer als het zo vaak misgaat. Bied je minder dan vier pogingen aan, bijvoorbeeld drie, dan heeft een student niet de broodnodige oefening, waardoor het al gauw jammer en helaas is als nét niet de verplichte 80% gescoord wordt.

Als de student na een vierde poging nog niet de vereiste score heeft behaald, wordt het tijd de docent of assistent in te schakelen voor hulp, zo de student dat al niet eerder doet. Er moet dan wel goed gekeken worden naar wat er mis is. Vervolgens kan de docent of assistent een nieuwe poging vrijgeven en meestal is het daarmee wel gedaan. Vaak is het in het begin - bij de hele simpele vragen - een kwestie van niet goed intikken van het antwoord. Om die reden besteden we daar in het begin van de cursus extra aandacht aan. Bij de volgende opgaven is het probleem meestal een kwestie van niet goed opschrijven van de uitwerking in het schrift. De student moet dan ook het schrift

kunnen tonen bij de vraag om hulp. Wat vaak voorkomt is het half-op schrijven van de uitwerking en uit het hoofd bedenken wat de rest van het antwoord zou moeten zijn, zodat het nét verkeerd ingevuld wordt in de computer. Ook is het mogelijk dat de student helemaal de voorbeelden niet bekeken heeft of de les niet gevolgd heeft en eigenlijk niet weet hoe het moet en toch begint met de trainingstoetsen.

Norm van 80%

Het blijkt dat genoemde norm van 80% voor de trainingstoetsen zeer snel geaccepteerd wordt. (Hoewel er natuurlijk altijd studenten blijven die een 6 ook wel voldoende vinden.) Deze 80%-norm heeft als voordeel dat de student zich niet ervan af kan maken en bepaalde vragen stelselmatig kan overslaan die hem moeilijk voorkomen en waarvoor hij zich niet wil inspannen. Alle soorten opgaven moeten worden beheerst en er worden geen concessies gedaan. Dit heeft tot gevolg dat de student uiteindelijk echt wil weten hoe het zit voordat hij naar de volgende toets gaat. Omdat de aangeboden wiskundestof in het eerste halfjaar van de opleiding zeer beperkt is, is de 80%-norm ook wel nodig om de kennis en vaardigheid in de praktijk in te zetten bij de toegepaste vakken zoals statistiek en mechanica. De trainingstoetsen zijn *verplicht* en iemand 'die het al kan' is er snel doorheen, want het maken van een toets kost ongeveer 15 minuten. Dat maakt het ook minder bezwaarlijk om nog een poging te wagen als het een keer mislukt. Een student heeft meestal wel een kwartier maar geen uur de tijd.

Extra begeleiding

Een groot struikelblok is het feit dat er voor extra begeleiding en ondersteuning geen tijd is opgenomen in de onderwijsplanning en dat deze dus niet in studiepunten wordt uitgedrukt. Studenten hebben de mogelijkheid om tijdens de les vragen te stellen over de gemaakte toetsen. Vooral in het begin worden hierbij extra mensen ingezet om te assisteren. Maar ook is het mogelijk op een digitaal forum in de digitale leeromgeving vragen te stellen. Elke dag worden de vragen afgehandeld. Er kan door de docent en de assistenten in het toetsysteem gekeken worden bij de verrichtingen van de student. Alle pogingen van de studenten blijven bewaard en kunnen op verzoek worden herbeoordeeld, waarbij bij een vraag boven-

dien extra commentaar geschreven kan worden om de student op het goede spoor te zetten.

Bovendien biedt de NHL de mogelijkheid om zwakke studenten te adviseren zich bij het zogenoemde Learning Centre te melden, waar ze op twee middagen per week bij voorintekening terecht kunnen om onder begeleiding van twee zeer enthousiaste studenten van de wiskundelerarenopleiding te werken aan hun opgaven. Deze assistenten zijn volledig op de hoogte van de gang van zaken en hebben autorisatie om in de 'back office' van het toetsysteem feedback te geven en zo nodig nieuwe pogingen vrij te geven. De assistenten die het afgelopen jaar hebben meegewerkt waren zelfs zó enthousiast dat ze bij hun stageperiode op het voortgezet onderwijs ook het Maple T.A.-toetsysteem gaan inzetten. Deze extra begeleiding wordt door de meeste studenten positief beoordeeld.

Eindtoetsing

Er is na elke periode van 8 weken een schriftelijke eindtoets waaraan alléén deelgenomen kan worden als het trainingstraject met goed gevolg is doorlopen. Het is verbazend te merken hoe hard studenten voor de oefentoetsen werken om toch maar te mogen meedoen aan de eindtoets. Uitstelgedrag wordt voor een deel tegengegaan doordat het in de praktijk onmogelijk is om op het laatste moment zo'n 35 kleine oefentoetsen met een minimale score van 80% af te ronden zonder ergens te blijven hangen. Toch geven studenten aan dat het verschrikkelijk veel moeite kost om regelmatig te werken. Cursorisch onderwijs verliest het op dit punt in feite altijd van projectonderwijs waar studenten hogere prioriteiten stellen aan het direct verzilveren van studiepunten bij het afronden van een project. Tijdens het trainingstraject is er dan wel binnen een dag hulp beschikbaar, maar er is toch tijd nodig om te studeren en aan de verbetering van de fouten te werken en misconcepties eruit te trainen. Het is overigens verbazend hoeveel misconcepties studenten in hun vooropleiding hebben opgebouwd die allemaal weer afgebroken moeten worden. Waar die misconcepties door ontstaan... Mijn man kocht onlangs een nieuw rekenmachientje omdat de batterij van zijn oude op was. Na intikken van '1 + 3 × 5' gaf het als antwoord '20'. Is het dan verbazend dat studenten als volgt vereenvoudigen:

$$\frac{2+6a}{2} = 4a ?$$

De eindtoets is schriftelijk omdat anders de beoordeling te gevoelig is. Er kan in de eindtoets wel iets half goed gerekend worden waar de computer alleen maar goed of fout kent. De eindtoets duurt een uur en de uitwerkingen moeten geheel opgeschreven worden. Er mag geen kladpapier worden gebruikt en geen formuleblad en het gebruik van de rekenmachine wordt tot een minimum beperkt. We hebben wel eens kladpapier verstrekt, maar daardoor kregen de studenten te maken met tijdgebrek.

Aan het eind van de eerste periode van acht weken was het uiteindelijke slagingspercentage ruim 90%. Degenen die bij de eerste ronde niet meegedaan hebben, konden met de herkansing twee weken later meedoen op voorwaarde dat de training alsnog wordt afgerond. Studenten die ondanks een goed verloop van het trainingstraject niet geslaagd waren voor de eindtoets, werden op het spreekuur uitgenodigd. Het ging daarbij om slechts enkele studenten. We komen er eigenlijk altijd achter wat de oorzaak van de onvoldoende is geweest. Dit kan bijvoorbeeld te maken hebben met een teveel aan hulp tijdens het maken van de oefentoetsen, of het onvoldoende aan zelfdiagnose te hebben gedaan of het niet goed in orde hebben van het werkschrift.

Fraude komt eigenlijk niet voor. Ze realiseren zich té goed dat ze toch zelf de schriftelijke eindtoets moeten doen, de uiteindelijke afrekening. Het trainingstraject is slechts een voorwaarde om mee te mogen doen met de eindtoets. Voor de training zelf worden absoluut geen punten gegeven. Ook voor studenten die het op grond van hun vooropleiding in principe al kunnen, is de training verplicht. Hiermee wordt ervoor gezorgd dat de formulevaardigheid op de computer wordt afgedekt.

Onderzoeksresultaten

Aan het eind van de cursus is een enquête gehouden over de gang van zaken in het eerste half jaar. Wat daar uitgekomen is, is voor een deel verwerkt in het bovenstaande. Voornaamste conclusie: De student heeft over het algemeen bijna tweemaal zoveel tijd nodig als er voor gegeven wordt in het curriculum. (De inspanning wordt echter wel beloond al is het maar één studiepunten per periode.) Slechts 21% kan het binnen

de daarvoor gestelde tijd doen. Verder zeggen studenten meer zelfvertrouwen te krijgen door het oefenen en daardoor meer open te staan voor nieuwe stof.

Van de studenten die met de cursus meededen, is in de eerste periode 91% geslaagd.

We hebben het dan niet over de studenten die vroegtijdig afgehaakt zijn en studenten die niet op de lessen komen en ook geen huiswerk doen. Het gaat bij deze percentages om de studenten die meegedaan hebben met de stroomlijn van de cursus. Voor de tweede periode is een fors aantal studenten afgehaakt wegens overbelasting van de studie en die moeten in het volgend jaar de tweede periode nog meelopen en herkansen.

Voor degenen die periode 2 wel meegedaan hebben is het aantal geslaagden ruim 80%. Sommige studenten geven aan dat de tweede periode zelfs gemakkelijker was dan de eerste.

In vergelijking met voorgaande jaren, waar er op vrijblijvende basis oefenstof werd aangeboden, is het slagingspercentage voor de eindtoets nu spectaculair toegenomen en we kunnen er van uitgaan dat de kennis eindelijk weer toepasbaar is geworden in de toegepaste vakken.

Ervaringen in het voortgezet onderwijs

Een aantal scholen voor voortgezet onderwijs heeft ook al kennisgemaakt met het toetsstelsel. Kortgeleden ben ik nog in Terneuzen geweest om mensen van omliggende scholen voor voortgezet onderwijs gedurende een dag te laten werken met de mogelijkheden van het systeem. Ook in Friesland is al belangstelling getoond. Op de cursus Maple T.A. die ik vorig jaar in Amsterdam gaf, heb ik Ton Meulman leren kennen van de Wolfert Dalton school voor VMBO, HAVO en VWO te Rotterdam. Hij werkt nu een half jaar met het systeem en we kunnen daarover al heel wat melden. Ook op zijn school maken ze zich al een aantal jaren zorgen over de algebraïsche vaardigheden van de leerlingen. Veel leerlingen in zowel onderbouw als bovenbouw hebben de grootste moeite om het tempo bij te benen en verliezen niet zelden het plezier in het maken van de opgaven doordat er telkens rekenfouten in zitten. Succeservaringen, zo nodig om het oefenen vol te houden, maken deze leerlingen voor

wiskunde vaak te weinig mee. Hun eerste aanzet met het programma AlgebraNet is nu uitgemond in de invoering van Maple T.A. in de onderbouw die zeer enthousiast is opgepakt.

Leerlingen en ouders vinden het erg prettig dat ze nu een handvat hebben om het wiskunde probleem aan te pakken. Voor de hogere klassen geldt dat gaten in de kennis snel duidelijk worden en kunnen worden aangepakt. Plotseling is oefenen leuk. Leerlingen genieten van het halen van een hoog cijfer voor een toets en nog belangrijker: de vaardigheden gebruiken ze ook in de gewone lessen. Als de leerlingen eenmaal aan het oefenen zijn is de tijdswinst groot. Weinig uitleg nodig, geen nakijkwerk, leerlingen kunnen op eigen houtje zoveel oefenen als ze willen. Docenten verwijzen in de lessen bij een gebrek aan vaardigheden nu meteen naar het toetsstelsel.

U kunt het systeem van Wolfert Dalton in werking zien op <http://mapleta.can.nl/classes/wolfertdalton>. U kunt zich hier ook registreren en toetsen maken.

Dank

Met dank aan Ton Meulman (tmm@wolfert.nl) en Jeanine Bakx (jba@wolfert.nl) van de Wolfert Dalton school, verder aan Christaan Boudri die met zijn ervaring op de Hogeschool Arnhem Nijmegen vele goede aanwijzingen voor dit artikel gaf, en niet in de laatste plaats aan Wim Caspers van de Technische Universiteit Delft die nog wat lijn in het verhaal heeft gebracht en zeer gecharmeerd was van het magische getal 4.

Noot

[1] Metha Kamminga: *Digitaal toetsen met Maple TA*. In: *Euclides* 81(6), april 2006, pp. 286-290. Dit artikel is digitaal beschikbaar via: www.nvuu.nl/media/files/werkgroepen/euclides/euclides816p.286290.pdf

Over de auteur

Metha Kamminga is docent aan het Instituut Techniek van de Noordelijke Hogeschool te Leeuwarden. Haar e-mailadres is kamminga@tech.nhl.nl. Zij is ook bereikbaar om informatie te geven over het toetsstelsel Maple T.A. Meer informatie op de site www.tech.nhl.nl/~kamminga.