

Cor de Beurs, Bart Groeneveld, André Heck
en Pauline Vos
AMSTEL Instituut
Universiteit van Amsterdam
Postbus 94224
1090 GE Amsterdam
C.deBeurs@uva.nl, A.Groeneveld@uva.nl,
A.J.P.Heck@uva.nl, F.P.Vos@uva.nl

its academy: inspirerende VO-HO samenwerking

Cor de Beurs is directeur van de its academy, Bart Groeneveld is de projectleider van its labs, André Heck is didactisch adviseur bij de ontwikkeling van e-klassen, en Pauline Vos is steunpuntcoördinator voor VWO Wiskunde D in Amsterdam. In dit artikel willen zij laten zien dat er behalve een gespannen relatie tussen voortgezet en hoger onderwijs ook een goede samenwerking mogelijk is voor al wie daar open voor staat. Als inspirerend voorbeeld brengen zij de its academy en haar activiteiten onder de aandacht.

1. Samenwerking bij onderwijs op school

Een groot aantal scholen in de regio Noord-Holland en Flevoland hebben samen met de Universiteit van Amsterdam, de Vrije Universiteit Amsterdam, de Hogeschool van Amsterdam en de Hogeschool INHolland het unieke initiatief genomen tot de oprichting van een informatica, techniek en science (its) academy. Hierin zijn alle onderwijsactiviteiten ondergebracht waarin scholen en hoger onderwijs in de regio samenwerken (zie www.itsacademy.nl).

Met dit initiatief wordt beoogd een kwaliteitsimpuls te geven aan het bètaonderwijs in de regio en de samenwerking tussen het hoger onderwijs naar het voortgezet onderwijs te versterken. Een belangrijk doel is leerlingen te inspireren voor bèta en techniek. Recent onderzoek van het Platform Bèta Techniek [10] toont aan dat dit ook lukt en dat regionale netwerken zoals Bètapartners (in de regio Noord-Holland en Flevoland) hierbij een essentiële rol spelen

Voor de vakken informatica, NLT en Wiskunde D zijn in de regio clusters gevormd van nabijgelegen scholen. De lessen in deze clusters worden verzorgd door gemengde

teams van docenten uit voortgezet onderwijs en hoger onderwijs. Daarnaast worden docenten uit het voortgezet onderwijs in het hoger onderwijs gedetacheerd. Ook studenten worden bij het onderwijs op scholen ingezet. Dit mobiliteitsproject wordt uitgevoerd met ondersteuning van het Platform Bèta Techniek.

Voor Informatica, Natuurkunde, NLT, Scheikunde en Wiskunde D zijn docetennetwerken (regionale steunpunten) opgericht waarin actief wordt samengewerkt bij de ontwikkeling en uitvoering van nieuw bètaonderwijs. In deze netwerken werken voortgezet- en hoger onderwijs aan het ontwikkelen en testen van lesmateriaal en worden de ervaringen ermee in de klas besproken. Zo is er gewerkt aan de ontwikkeling van e-learning voor de nieuwe vakken, waardoor veel multimediaal en interactief lesmateriaal beschikbaar komt met ondersteuning op afstand. In samenwerking met de vakvernieuwingscommissies zijn regionaal al meer dan vijftien e-klassen ontwikkeld (specifieke website: www.e-klassen.nl).

Daarnaast en aanvullend hebben we op de HO-instellingen in de regio its labs ingericht als leer/werkplaatsen voor talentontwikkeling. Leerlingen gaan hier aan de slag met uitdagende onderzoeks- en ontwerp opdrachten in realistische contexten. De its labs staan open voor alle scholen in de regio. Er is een aanbod voor HAVO- en VWO-leerlingen van klas 3 t/m klas 6. Geprobeerd wordt de inhoud van zoveel mogelijk bij de schoolvakken te laten aansluiten.

In dit artikel bespreken we een aantal voorbeelden van bovengenoemde samenwerking voor het vak Wiskunde D. We bespreken achtereenvolgens de ondersteuning van het nieuwe wiskundevak, de opzet en uitvoering van enkele e-klassen, en de uitvoering van een its lab over de wiskundige aanpak van logistieke problemen dat in samenwerking met de Nederlandse Spoorwegen en De Praktijk is uitgewerkt.

2. Wat gebeurt er op school dankzij de its academy?

De its academy ondersteunt het onderwijs voor het schoolvak Wiskunde D op verschillende manieren, en wel onder de noemers: nascholing, uitwisseling tussen docenten en ontwikkeling van lesmateriaal.

2.1. Nascholing. Wat betreft de nascholing verzorgen zowel VU als UvA bijeenkomsten waarop wiskundedocenten op de hoogte worden gesteld van de laatste wetenschappelijke wiskundeontwikkelingen. Veelal worden hierbij thema's aangesneden die aansluiten bij de domeinen uit het leerplan, zoals recentelijk bijvoorbeeld Forensische Statistiek door Chris Klaassen en Bert van Es (UvA) en Wiskunde in Biologie en Bedrijf door Ren Boulonois (VU). Als its academy maken we zoveel mogelijk reclame voor deze bijeenkomsten. Daarnaast verzorgt de its academy een training voor het werken met e-klassen, de digitale leeromgeving van lesmaterialen.

2.2. Uitwisseling tussen VO-docenten wiskunde onderling. Voor de uitwisseling tussen docenten organiseren we bijeenkomsten tussen VO-docenten onderling. Op die bijeenkomsten gaan de gesprekken vaak over de organisatie van het onderwijs: over de lage leerlingaantallen, over het gevecht om de schooldirectie van de noodzaak van een schoolvak als Wiskunde D te overtuigen (ook als er slechts zeven leerlingen zich hebben aangemeld), en over de fasering van de lesstof. In een aantal steden hebben docenten voor Wiskunde D een bovenschoolse samenwerking tot stand gebracht, waarbij ze hun (kleine) groepjes leerlingen van verschillende scholen hebben samengevoegd en aan n locatie lesgeven. De docent van de ene school heeft dan de eerste acht weken les, de docent van de andere school een daaropvolgende periode. Voor zowel leerlingen als docenten is het een spannende ervaring om een andere school, andere gezichten en andere gewoontes te zien.

Op de docentenbijeenkomsten worden ook leservaringen uitgewisseld en geeft men elkaar tips, bijvoorbeeld over de mogelijkheid van een lesbezoek door een wiskundestudent, of over een leuk YouTube-filmpje dat goed bruikbaar is in de klas. Verder blijken de wiskundedocenten veel behoefte te hebben aan goede lesmaterialen. In de schoolboeken voor Wiskunde D is het domein Statistiek en Kansrekening namelijk ingevuld met hoofdstukken die uit de Wiskunde A-boeken zijn gekopieerd, en deze geven voor de Wiskunde D/leerlingen te weinig uitdaging. Maar het materiaal dat door de universiteiten wordt aangeleverd, is vaak weer te droog en afstandelijk, dus vandaar dat de docenten hierover een terugkerende discussie hebben. Door deze gesprekken is bijvoorbeeld het materiaal van Wout de Goede (RuG) over Wachttijdtheorie en van Alex van den Brandhof (Vossius Gymnasium) over Kansrekening nu aan veel its academy-scholen een welkome aanvulling.

Enmaail per jaar organiseert de its academy een bijeenkomst voor alle Wiskunde D-docenten in de regio.

Daar worden presentaties gehouden door auteurs van lesmateriaal en ook door docenten zelf, die vertellen over hun best practices.

2.3. HO-docenten naar de scholen. Voor de uitwisseling tussen VO- en HO-docenten hebben we diverse HO-docenten aan een cluster van scholen gekoppeld. Zo werkt bijvoorbeeld een wiskundige uit Hogeschool INHolland in het kader van de bovenschoolse samenwerking in het cluster Alkmaar. Daar draait hij mee in de reguliere lessen, en is dus ook verantwoordelijk voor proefwerk en beoordeling. In de eerste weken van het schooljaar gaf hij een lessenserie Lineaire Algebra aan de vijfde klas-leerlingen, vervolgens gaf hij een lessenserie over Complexe Getallen aan de vierdeklassen, en momenteel geeft hij Kansrekening (wederom aan de 5e klas). Door de bovenschoolse samenwerking en het rouleren tussen de docenten van de verschillende scholen in het lesschema, had hij in het schooljaar ook geregeld een blok vrij van de Wiskunde D. We hebben ook andere universitaire wiskundigen ingezet aan de its academy-scholen, en hun taakopvatting verschilt per persoon. Sommige wiskundigen zien zichzelf als een soort 'bewakers' van het wiskundige niveau, terwijl anderen in de lessen meekijken en af en toe aanvullende, uitdagende verdiepingsstof geven. Een van de HO-docenten heeft zich inmiddels gespecialiseerd in het domein Dynamische Systemen, waarvoor hij op de verschillende scholen een presentatie verzorgt over de natuurwetenschappelijke toepassingsgebieden. Verder hebben we het voornemen om aan centraal gelegen scholen gastcolleges te organiseren, waarbij een begenadigd wiskundig spreker een grote groep Wiskunde D-leerlingen uit verschillende klassen en van verschillende scholen tegelijk toespreekt.

De ervaringen over de inzet van HO-wiskundigen in de scholen zijn momenteel genuanceerd: de VO-docenten ervaren de aanwezigheid van universitaire wiskundigen soms als belastend (de bezoeker kost hen alleen maar extra tijd en levert geen meerwaarde) en soms als verrijking. De ervaringen van de HO-docenten zijn eveneens zowel positief als negatief: ze zijn zeer te spreken over de enthousiaste inzet van de VO-docenten en anderzijds zijn ze soms verbijsterd over het wiskundige niveau en de grote verschillen tussen schoolwiskunde en universitaire wiskunde. Daarbij speelt een rol, dat enkele universitaire wiskundigen zich verkeken op de doelgroep en zich niet realiseerden, dat Wiskunde D enigszins verschilt van een Master Class voor scholieren. Bij een Master Class heb je van elke school hooguit twee leerlingen en bestaat de doelgroep uit de toekomstige studenten wiskunde. Daarentegen is een Wiskunde D-klas veel heterogener en komt de groep meer overeen met de populatie in een eerstejaars college Calculus, waar de verschillende bèta-belangstellingen zijn samengevoegd (ingenieurs, scheikundigen, enzovoorts). Daarnaast is het even slikken voor sommige wiskundigen, dat bijvoorbeeld vierdeklas-leerlingen nog geen radialen maar alleen graden kennen, niet kunnen differentiëren en de cosinus hebben

geleerd als een verhouding in een rechthoekige driehoek. Geconcludeerd mag worden dat het voor HO docenten bijzonder zinvol en leerzaam is om mee te kijken in de keuken van hun toekomstige studenten.

2.4. Ontwikkelen van lesmateriaal. De its academy spant zich ook in voor het ontwikkelen van bruikbare lesmaterialen voor Wiskunde D. In eerste instantie werden daarvoor teams van HO- en VO-docenten geformeerd, die in een samenwerking lesmaterialen moesten gaan produceren. De HO-docenten zouden hun universitaire syllabussen uit de kast trekken en in de vergaderingen de stof aan de VO-docenten uitleggen, en deze zouden het materiaal vervolgens bewerken voor gebruik in de scholen (onder de goedkeurende ogen van de universitaire docenten). Deze formule van ‘samenwerkend lesmateriaal ontwikkelen’ bleek echter in de praktijk niet goed te werken. De VO-docenten in de teams leden bijvoorbeeld bijna altijd onder tijdgebrek. Uit deze teams zijn echter wel enkele initiatieven voortgekomen, die op andere manieren tot materialen hebben geleid. Verder hebben we binnen de its academy het ontwikkelen van e-klassen tot speerpunt gemaakt, waarbij de geproduceerde lesmaterialen niet in papier-vorm (boek, pdf, enz) wordt aangeboden, maar het lesmateriaal wordt ingebed in een website, waardoor de leerling niet vanaf papier, maar vanaf beeldscherm lesstof tot zich neemt.

3. E-klassen voor wiskunde

Een e-klas is een innovatieve manier om in combinatie met contactonderwijs web-ondersteund les te geven of lessen te volgen in een van de nieuwe vakken volgens het principe van ‘blended learning.’ Denk hierbij aan een rijk gevulde elektronische leeromgeving, ingericht met studiewijzers, digitaal lesmateriaal, software, video-instructies, animaties, (zelf)toetsen, chatfuncties voor leerlingen en docenten, streaming video’s, enzovoorts. Centraal staat dat verschillende pedagogisch/didactische werkvormen door elkaar worden aangeboden met gebruikmaking van onderwijstechnologie. De term ‘blended learning’ kent vele definities [11], maar het best bij een e-klas past die van Heinze en Procter [9] over hoger onderwijs: “Learning that is facilitated by the effective combination of different modes of delivery, models of teaching and styles of learning, and founded on transparent communication amongst all parties involved with a course.” In dit artikel geven we concrete voorbeelden van de volgende e-learning componenten, voornamelijk gekozen uit de e-klassen over dynamische systemen:

- interactief online dictaat;
- Java applets en software voor exploratief leerlin-
genwerk;
- Java applets voor gerandomiseerde oefening en au-
tomatische toetsing van wiskundige vaardigheden;
- mathcasts.

De e-klas over discrete dynamische systemen was trouwens de eerste e-learning module waarmee ervaring opgedaan is in 2007 [6] en die als inspiratiebron heeft gefungeerd voor de verdere ontwikkeling van e-klassen. Bij het schrijven van dit artikel waren de volgende e-klassen voor wiskunde D in ontwikkeling (soms door van bestaande papieren modules als basismateriaal gebruik te maken) en/of klaar voor uittesten op school: Maakt het verschil? (statistiek en technologie, HAVO) Analytische Meetkunde; Cryptografie; Logica; Discrete Dynamische Systemen; Continue Dynamische Systemen; Poincaré.

3.1. Hoe ziet een e-klas er uit en hoe gaat de instructie in zijn werk? Figuur 1 is een schermafbeelding van de e-klas Discrete Dynamische Systemen zoals een docent deze ziet en is afkomstig uit een daadwerkelijk uitgevoerde e-klas 4 VWO in GSG Schagen. Het belangrijkste verschil met het beeld dat een leerling onder ogen krijgt is dat de docent een auteur is en toetsen kan nakijken en/of creëren. In het vervolg beschouwen we vooral het gezichtspunt van een leerling in de e-klas. Aan de linkerkant in de schermafbeelding staat het menu met de mogelijke interacties in de digitale leeromgeving. Zo kan een leerling de studiewijzer raadplegen, chatten met medeleerlingen of de leraar, opdrachten en toetsen maken en inleveren, enzovoorts. Een leerling kan ook het digitale lesmateriaal bestuderen: in de genoemde schermafbeelding is een overzicht van Deel 2 van het lesmateriaal in beeld. Dit geeft al een indruk van wat leerlingen geacht worden te doen.

De leerlingen worden om te beginnen gevraagd te oefenen met de som van een rekenkundige en meetkundige rij. Dit gebeurt via een oefenapplet, getoond in Figuur 2, die is ontwikkeld aan het Freudenthal Instituut. In de e-klassen over dynamische systemen wordt dankbaar gebruik van de oefenomgeving gemaakt omdat deze leerlingen in staat stelt om opdrachten in stapjes uit te voeren met automatisch gegenereerde feedback (zie [4]). Omdat de opdrachten gerandomiseerd zijn, kunnen er ook korte filmpjes met uitleg bij gemaakt worden zonder dat al het werk voor leerlingen voorgedaan is: na het bekijken van de video-uitleg kan een leerling een soortgelijke som maken.

Korte instructiefilmpjes worden ook gebruikt om het gebruik van de digitale leeromgeving uit te leggen aan leerlingen (hoe bijvoorbeeld digitaal huiswerk in te leveren of software te installeren) en om het gebruik van software uit te leggen. Omdat het hier screencasts voor wiskundeonderwijs betreft, noemen we deze video clips mathcasts. Dergelijke filmpjes zijn tamelijk eenvoudig door onderwijsontwikkelaars en leraren te maken [6]. Zij vormen samen met de interactieve applets en ingezette wiskundige software de meest succesvolle en meest geapprecieerde ICT ingrediënten van de e-klassen.

Goede digitale ondersteuning van het leerproces, goede online weergave van wiskunde, en een hoge mate van interactiviteit in het lesmateriaal vormen naar onze ervaring de pijlers van een succesvolle e-klas. Ter illustratie

van de laatste twee aspecten van online wiskunde laten we in Figuur 3 een schermafdruck zien uit de e-klas Continue Dynamische Systemen. In beeld is een stukje van een webpagina waarin de wiskundige formules netjes in MathML gerepresenteerd worden en waarin een Java applet, gemaakt met de ‘Easy Java Simulations’ software [1], een onderzoek van een differentiaalvergelijking aan de hand van een lijnelementenveld ondersteunt. Een leerling kan een oplossingskromme genereren door in het lijnelementenveld te klikken of door een zelfbedachte, met en papier gevonden formule voor de oplossing van de differentiaalvergelijking in te toetsen. Leerlingen worden op deze manier tot een wiskundige exploratie en tot wiskundig denken aangespoord.

Zoals de tekst in de schermafdruck van Figuur 1 al aangeeft, wordt in de e-klassen Dynamische Systemen gewerkt met Coach [8], en meer specifiek met de moduleomgeving van Coach 6. De computerleeromgeving Coach wordt in de andere exacte vakken veelvuldig ingezet om proeven te doen en meetgegevens te vergelijken met resultaten uit zelfgemaakte computermodellen. Hier liggen kansen om in ieder geval op softwaregebied transfer tussen de vakken te bevorderen. Waarom bijvoorbeeld geen echte experimenten bij wiskunde doen?

Figuur 4, overgenomen uit [3], toont een schermafdruck van een Coach activiteit waarin met een webcam het inzakken van de bierkraag van een alcoholvrij biertje gefilmd is en de video clip verder geanalyseerd is. De video analyse door de leerling houdt het volgende in: eerst wordt de hoogte van de biervloeistof en de hoogte van de bierkraag in de opgenomen film gemeten. Hier komt al de nodige wiskunde om de hoek kijken via vragen als “Wat is een geschikt assenstelsel? Hoe ijk je? Welke punten in de video clip ga je meten en hoe bereken je hieruit de gewenste grootheden? Hoe geef je de meetresultaten grafisch het beste weer?,” enzovoort. Vervolgens kan via regressie een geschikte wiskundige beschrijving van de meetresultaten opgespoord worden. Het model van exponentieel verval blijkt heel aardig te werken voor de hoogte van de bierkraag. De hoogte van de biervloeistof lijkt met een exponentieel begrensde groei aardig beschreven te kunnen worden, als er tenminste tussendoor niet gedronken wordt. Voor deze experimentele vorm van modellering van het fenomeen moet dan eigenlijk nog wel een bevredigende verklaring voor gevonden worden. Dan komen ook beperkingen van deze modellen aan het licht, die weer kunnen leiden tot moeilijkere modellen die beter overeenstemmen met de werkelijkheid (zie [3] en referenties hierin).

Het model van exponentieel verval behoort tot de verzameling van differentiaalvergelijkingen die een leerling exact moet kunnen oplossen. Gewapend met deze wiskundige kennis kan een leerling ook het bijpassende grafische computermodel in Coach goed begrijpen. Het plaatje links in de schermafdruck in Figuur 5 (ook uit [3] overgenomen)

representeert het volgende beginwaardenprobleem:

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt}\text{WetFoamH}(t) &= -\frac{1}{\tau} \cdot \text{WetFoamH}(t), \\ \text{WetFoamH}(0) &= \text{initial_height}.\end{aligned}$$

De rechterkant in de schermafdruck illustreert dat de via het computermodel berekende hoogte van de bierkraag aardig overeenstemt met de meetresultaten (alleen aan het begin, als het bierglas net volgeschonken is, wijken modelresultaten en meetresultaten van elkaar af). Doel van dergelijke proeven is om leerlingen niet alleen maar het beeld van abstracte wiskunde voor te houden, maar hen te attenderen op en te enthousiasmeren voor leuke toepassingen van wiskunde. Belangrijker dan de kwestie of het exponentiële model de veranderende hoogte van een bierkraag adequaat is, lijkt ons nog wel het plezier een leerling met deze opdracht kan hebben en de mogelijkheid dat hij of zij later met genoeg terug denkt aan dit stukje wiskunde. Twee andere voorbeelden van een dergelijke enthousiasmerende aanpak zijn: (i) het modelleren van een sprint door leerlingen [5], waardoor ze kennismaken met toepassing van wiskunde in bewegingswetenschappen, en (ii) het modelleren van opname en afbraak van alcohol in het menselijk lichaam [2], onderdeel van een uitgebreide Coach-ondersteunde leermodule over kwantitatieve farmacokinetiek.

3.2. Ervaringen: voor- en nadelen. De ervaringen met de e-klassen leveren onderstaande aandachtspunten op. In een e-klas moet opgepast worden voor:

- te veel werk voor docenten: ingeleverd huiwerk moet wel nagekeken en becommentarieerd worden, maar dit kost tijd en energie. De hulp van een onderwijsassistent, bijvoorbeeld een PAL-student, is hierbij wenselijk.
- veel te veel werk voor leerlingen: de neiging om leerlingen wekenlang opdrachten mee te geven en te laten inleveren moet onderdrukt worden. Een gepaste dosering werk beter en een grote zelfstandige slotopdracht (zoals de praktische opdracht over het numeriek benaderen van wortels in de e-klas over discrete dynamische systemen) hoort ook tot de mogelijkheden;
- meeliftgedrag van leerlingen: door leerlingen authentieke opdrachten te geven (zoals het uitvoeren van eigen experimenten) of met automatisch willekeurig gegenereerde opdrachten te werken kan leentjebuurs spelen ontmoedigd of voorkomen worden;
- misbruik van de chat faciliteit;
- digitaal orde houden.

Tot de voordelen van e-klassen mag gerekend worden:

- gebruik van mathcasting: met korte filmpjes (maximale speelduur van 10 minuten) kan uitleg over ICT gebruik, uitleg van wiskunde, en

het voordoen of beantwoorden van wiskundige opdrachten gerealiseerd worden. Instructies over softwaregebruik uit een boek of lestekst werkt veel minder goed dan korte instructiefilmpjes die leerlingen zo veel en zo lang al nodig kunnen bekijken (ook thuis wanneer de docent niet direct hulp kan geven).

- afstraffing van uitstelgedrag bij leerlingen. Doordat een docent eenvoudig in de digitale leeromgeving kan zien in welke mate en met welke resultaten leerlingen meedoen is een effectieve sturing van het leerproces mogelijk;
- goede resultaten van leerlingen bij schriftelijke toetsen. De eerste ervaringen met e-klassen wijzen er op dat de blended learning benadering betere leerresultaten opleveren, ook als er traditioneel met pen en papier getoetst wordt;
- leerlingen leren verstandig om te gaan met ICT. De combinatie van contactonderwijs en online vormen van leren biedt de gelegenheid om leerlingen te laten ervaren wanneer en waarvoor ICT nuttig is en wanneer contact met een docent en werken met pen en papier meerwaarde heeft. Een goede mix van werkvormen zorgt er voor dat de menselijke kant van wiskunde doen niet te veel verwaarloosd wordt: voldoende contacttijd met de leraar zal altijd nodig zijn en kan niet vervangen worden door feedback van een of ander computer programma.

Deze voor- en nadelen van een e-klas zijn te herkennen in het volgende citaat van een leerlinge die deelnam aan de allereerste e-klas.

“De E-klas is helemaal iets van nu en omdat het gebaseerd is op het idee van het blackboard zal het ook erg handig zijn voor later op de universiteit, dan weet je alvast hoe z’n systeem werkt. Ik denk dat de E-klas het nog ver kan schoppen omdat de uitleg die je via de videos krijgt een soort van individuele begeleiding is, wat natuurlijk altijd beter werkt dan de klassikale uitleg. De instructies waren ontzettend duidelijk ingesproken en als je iets nog niet snapte kon je het zo weer terug draaien, dat vond ik een groot voordeel. Wel vond ik dat de E-klas af en toe erg ingewikkeld was, met name in het begin was het erg onduidelijk hoe het programma in elkaar stak. Met name in het begin heb ik mijn vader vaak op hulp gevraagd, want de Coach 6-sommen vond ik van een pittiger niveau dan wat we gewend zijn. Ook ben ik hele avonden bezig geweest met de opdrachten terwijl ik anders minder aan wiskunde thuis doe.”

Een docent vat de voordelen als volgt samen:

“Een pluspunt vind ik dat de leerlingen eens op een andere manier met de stof aan de slag kunnen. Het is heel gevarieerd, met zowel individueel werk als groepswork, instructievideo’s, het maken van werkstukken, enzovoort. En het werken met een ELO en een programma als Coach 6 is een prima voorbereiding op een eventuele vervolgopleiding in het hoger onderwijs, waar deze manier van werken dagelijkse kost is.”

4. its labs voor wiskunde

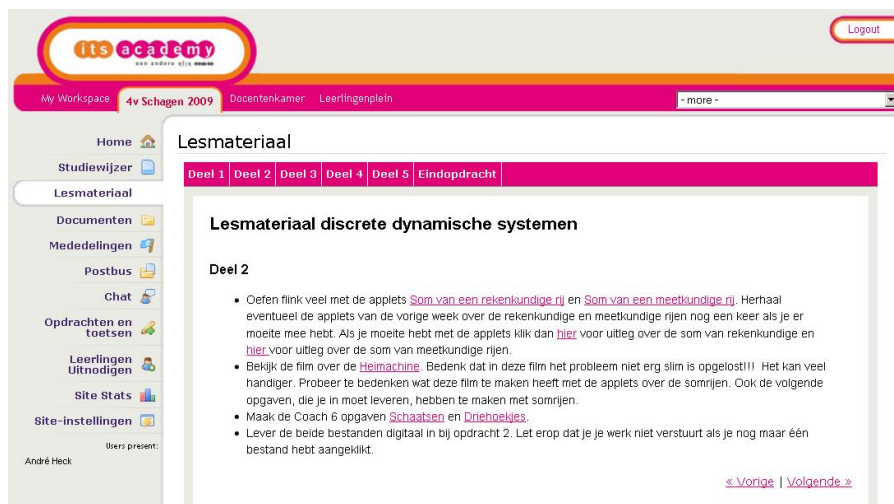
Sommige e-klassen bevatten elementen waarvoor leerlingen naar een HO instelling kunnen gaan voor deskundige uitleg of voor het doen van experimenten die op school niet gerealiseerd kunnen worden. In het laatste geval spreken we van een its lab Het idee achter its labs is verdieping, uitdaging en facilitering. Klassen en groepjes van HAVO/VWO leerlingen kunnen gebruik maken van kennis, materialen en apparatuur die niet op scholen voorhanden is. Door verdieping, uitdaging en facilitering worden en blijven de leerlingen enthousiast voor bèta is onze ervaring. In een natuurkunde its lab werken bijvoorbeeld groepen van leerlingen in een sterrenkoepel en bestudeert de hele klas de zon onder begeleiding van vooraanstaande sterrenkundigen. In een biologie its lab analyseren leerlingen DNA met de meest geavanceerde analyse methoden. In een scheikunde its lab doen leerlingen alcoholmetingen met de nano2 gaschromatograaf (Figuur 6). En wat valt er te doen of te faciliteren bij wiskunde? Alle kennis is toch de school in te halen en te brengen? Met pen en papier lijken we bij wiskunde volstaan. We raadpleegden, zoals bij alle its labs, docenten van de middelbare scholen en overlegden met wiskundigen op de universiteiten. Het bleek dat een derde doelstelling van de its labs meer houvast biedt, namelijk, het tonen van beroepsperspectief. Waar kom je terecht als je een studie wiskunde hebt gedaan? Is dat te illustreren aan de hand van een praktijkvoorbeeld? Sterker nog, is dat te ervaren aan de hand van een praktijkvoorbeeld? Het its lab ‘dynamiek van de dienstregeling’ laat zien dat wiskunde in een its lab mogelijk is.

In deze wiskunde its lab komt de klas op bezoek en nemen leerlingen via videoconferencing contact op met de Nederlandse Spoorwegen; met de wiskundigen bij de NS welteverstaan, die werken bij de afdeling logistiek en planning. De NS legt een casus voor: de dienstregeling op het traject Hoorn, Almar, Amsterdam. Hoe maak je die? Wat valt er te verbeteren? Op welke aspecten let je bij het maken van een dienstregeling? Dat is wiskunde en wel veel wiskunde. Leerlingen gaan er mee aan de slag onder begeleiding van wiskundestudenten en met gebruikmaking van speciaal ontwikkelde software. Eerst gaan ze met pen en papier in de weer om begrip te kweken voor de theorie. Daarna gaan ze met de software aan de slag om de

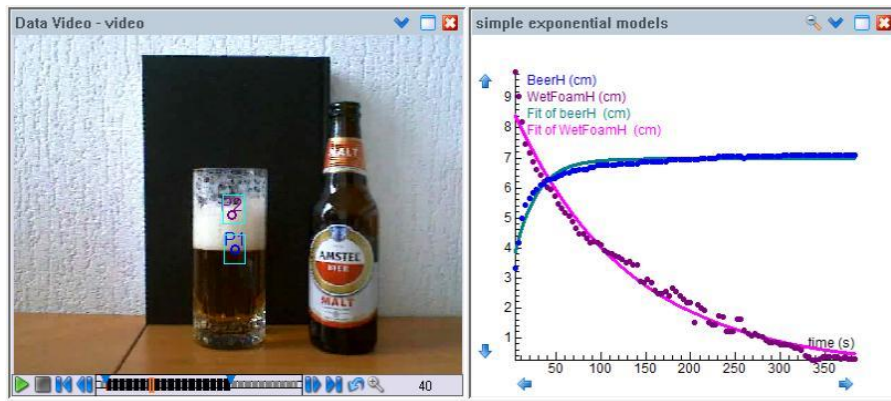
meest kosteneffectieve en/of meest klantvriendelijke dienstregeling te bedenken. Dit geeft veel stof tot nadenken en discussie in de wiskunde its lab. Aan het einde van de intensieve werkdag koppelen de leerlingen hun resultaten terug naar de medewerker van de NS, beantwoorden vragen en reageren op commentaar. Dit gebeurt alweer via videoconferencing en tot slot, nu de leerlingen al meer weten over de problematiek en de toegepaste wiskunde, kan de NS medewerker nog een ruimere blik in de keuken geven en daarmee een van de vele beroepsperspectieven van wiskundigen tonen.

Samenvattend: de its labs worden ontwikkeld om leerlingen de bijzondere wereld van bèta en techniek te laten ervaren. Er zijn science labs waarbij een hele klas een dagdeel lang naar een HO instelling komt en een verdiepende activiteit volgt met faciliteiten die op school veelal niet aanwezig zijn. Daarnaast zijn er Master Classes

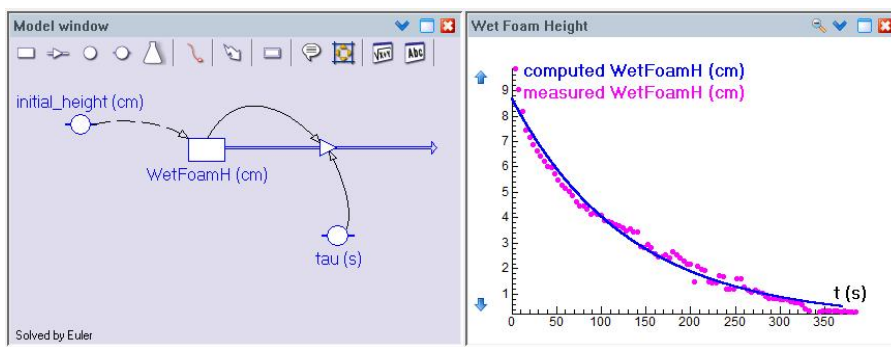
waar individuele leerlingen op inschrijven. De onderwerpen zijn bedoeld om de getalenteerde leerlingen extra verdieping te bieden middels colleges en practica. De its labs worden ontwikkeld in samenwerking met gedetacheerde leerkrachten uit het middelbaar onderwijs. De its labs sluiten aan, zoals alle activiteiten binne de its academy, bij bestaande lesstof uit de bètavakken en bij de keuzevakken NLT, Informatica en Wiskunde D. De its labs richten zich op zowel de boven- als op de onderbouw. In de onderbouw proberen we het keuzemoment mede richting te geven. In de bovenbouw het enthousiasme en de verwondering voor bèta vasthouden. De samenwerking tussen de Universiteit van Amsterdam, de Vrije Universiteit Amsterdam, de Hogeschool van Amsterdam, en de Hogeschool INHolland maakt dat een heel groot kennisgebied wordt omvat. Samen maken we de bètavijver groter. De its academy is het initiatief waarin we dit samen met het voortgezet onderwijs doen.



FIGUUR 1. Schermafdruk van de e-klas Discrete Dynamische Systemen. Een overzicht van opdrachten uit Deel 2 van het lesmateriaal is in beeld.



FIGUUR 4. Schermafdruck van een videoanalyse van een inzakkende bierkraag met behulp van de computerleeromgeving Coach



FIGUUR 5. Grafische modellering in Coach van het exponentieel model voor de veranderende hoogte van een bierkraag en een vergelijking van meetresultaten met berekende resultaten uit het computer-model.



FIGUUR 6. Leerlingen in een science its lab aan de slag met een eenvoudige gaschromatograaf, de nano2. Later gaan ze op bezoek bij een echt lab met professionele apparatuur.

Referenties

- [1] W. Christian, & F. Esquembre (2007). Modeling Physics with Easy Java Simulations. *The Physics Teacher*, 45(11), 475-480.
- [2] A. Heck (2007). Modelling Intake and Clearance of Alcohol in Humans. *Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 1(3), 232-244.
- [3] A. Heck (2009). Bringing Reality into the Classroom. Plenaire lezing, ICTM9, Juli 2009, Metz. Publikatie verschijnt in *Teaching Mathematics and its Applications*.
- [4] A. Heck, P. Boon, C. Bokhove, & G. Koolstra (2007). Applets for learning school algebra and calculus. In: *Electronic Proceedings e+Calculus*, 1st JEM Workshop, Januari, 2007, Lissabon. Online: <http://www.jem-thematic.net/nl/node/301> (26/10/2009).
- [5] A. Heck, & T. Ellermeijer (2009). Giving students the run of sprinting models. *American Journal of Physics*, 77(11), 1028-1038.
- [6] A. Heck, H. Houwing, & C. de Beurs (2009). An e-class in action: experiences with ICT intensive teaching and learning of discrete dynamical models at secondary school. *Electronic Journal of e-Learning*, 7(1), 41-52.
- [7] A. Heck, H. Houwing, J. Val, L. Ekimova, & G. Papageorgiou (2009). Design and Implementation of an e-Class About Continuous Dynamical Systems. In: *Proceedings of the 6th JEM Workshop*, August 2009, Aachen. Online: <http://www.jem-thematic.net/nl/node/1401> (26/10/2009).
- [8] A. Heck, E. Kedzierska, & T. Ellermeijer (2009). Design and Implementation of an Integrated Computer Working Environment. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 147-161.
- [9] A. Heinze, & C. Procter (2004). Reflections on the use of blended learning. *Education in a Changing Environment*, ECE Conference Proceedings, University of Salford. Online: <http://www.ece.salford.ac.uk/proceedings/papers/ah.04.rtf> (26/10/2009).
- [10] B. Kaashoek, R. Bilderbeek, G. Ongena, G., & R. te Velde (2008). *Makelen en schakelen: Netwerkanalyse Universum Programma*. Platform Pocket nr.5. Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- [11] D. Whitelock, & A. Jelfs (2003). Editorial. *Journal of Educational Media*, 28(2/3), 99-100.