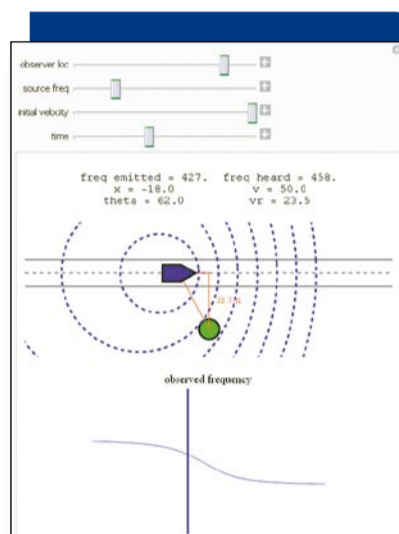


Mathematica

kan bètatalent op scherp zetten

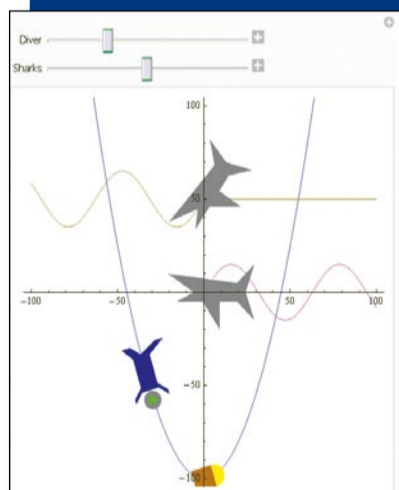
Terwijl in Nederland de 'math war' over het realistische wiskundeonderwijs voortgaat, is in de Verenigde Staten fris wiskundeonderwijs aan het ontstaan, dat bètatalent weer inspireert.

Henk Klomp

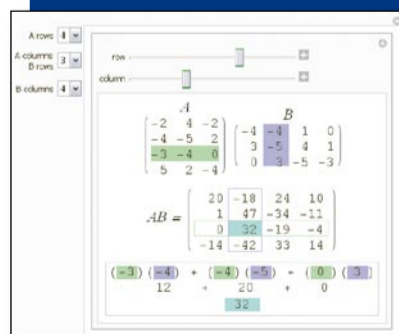


Het Doppler-effect in Mathematics uitgebeeld door eindexamenklas-leerling Alan Joyce.

Zie ook: <http://demonstrations.wolfram.com/TheDopplerEffect/>



Met 'Scubaman' laat middelbare scholier Eric Schade zien hoe een duiker de beste route kan kiezen om bij een schat te komen en haaien daarbij te vermijden



Abbey Brown: 'Matrix Vermenigvuldiging'

'Deze heb ik gemaakt toen ik het rekenen met matrices aan mijn leerlingen uit moest leggen. Ik houd ervan dat het programma visuele hulpmiddelen biedt'

Abbey Brown, wiskundedocente op Torrey Pines High School in San Diego en enkele jaren geleden uitgekozen tot beste Amerikaanse docent van het jaar, is erin geslaagd weer bètatalent aan te trekken voor uitdagende wiskunde. Vorig jaar gaf ze als eerste een selecte groep leerlingen in de bovenbouw wiskunde aan de hand van het geavanceerde wiskundige hulpmiddel, het computeralgebrasysteem Mathematica. Dit jaar verdubbelde het aantal leerlingen in haar klas.

Brown kreeg als docent bij de invulling van het keuzevak 'Advanced Topics' de vrije hand, al was de opdracht duidelijk. 'We willen onze slimste studenten zo rijk mogelijke leerstof aanbieden om ze betrokken en gemotiveerd te houden,' aldus rector van Torrey Pines High School Rick Schmitt. 'We gebruiken de modernste technologie om hun leeromgeving te verrijken,' zegt hij in een beschrijving van het Mathematica-project op de website van Microsoft.

Brown zette haar zinnen op de invoering van Mathematica als leermiddel. Op kennisinstellingen en bij ingenieursbureaus is de software, die moeiteloos sommen oplost, functies visualiseert, figuren tekent en simulaties draait, pen en papier al aardig gaan vervangen. 'Mijn leerlingen lachen altijd als ik hyper word bij Mathematica, maar dan vertel ik hen hoe fantastisch het is om een middel te hebben om wiskunde met hen te delen, zoals ik die in mijn hoofd voor me zie. Wiskunde komt tot leven als je voor je ogen ziet hoe functies werken en met elkaar in relatie staan,' aldus Brown in de projectbeschrijving.

Een leerling kan na het intikken van een formule, bijvoorbeeld $1/x$, visualiseren hoe de figuur ervan eruit ziet. Door eindeloos inzoomen kan hij vaststellen dat de functie geen nulpunten heeft, omdat hij nooit de x-as snijdt. En simuleert hij de geluidsgolven van een bewegende bron, dan ziet hij voor zich hoe een waarnemer aan de ene kant van de bron een hogere toon hoort, en een waarnemer aan de andere een lagere, en dat het toonverschil afhangt van de snelheid, het Dopplereffect.

'Schoonschip'

De allereerste computeralgebra werd geprogrammeerd door de Nederlandse Nobelprijswinnaar Martinus Veltman, die ermee in 1963 met zijn 'Schoonschip' de weg baande tot het Standaardmodel. Het huidige Mathematica kan, behalve visualiseren, ook vergelijkingen simplificeren, differentiëren, integreren, limieten bepalen, determinanten van matrices berekenen, stelsels vergelijkingen oplossen en theorema's verifiëren, na het intikken van de goede commando's.

Maar bij Nederlandse wiskundedocenten zit de schrik over hulpmiddelen in het wiskundeonderwijs er ondertussen goed in, vanwege de grafische rekenmachine.



Abbey Brown: 'Mijn leerlingen lachen altijd als ik hyper word bij Mathematica'

De commissie Siersma, die de nieuwe leerplannen voor wiskunde ontwikkelt, adviseert het ministerie van OCW het toestaan van de grafische rekenmachine bij het staatsexamen te heroverwegen. De apparaten krijgen steeds meer geheugenruimte om computeralgebra te importeren. 'Op die manier kunnen allerlei standaardprocedures worden opgeslagen, zoals de berekening van nulpunten, integralen en volumina van kegelsneden en de bepaling van raaklijnen. De vraag rijst wat een eindexamen waarbij de grafische rekenmachine wordt gebruikt straks precies meet.'

Want in potentie maakt Mathematica van elke willekeurige computergebruiker een goede wiskundige, onder de voorwaarde dat deze abstracte wiskunde begrijpt. 'Met Mathematica kunnen de docent en zijn leerlingen juist meer tijd besteden aan de uitleg van de abstracte concepten, terwijl er geen tijd wordt verspild aan onbeduidende details bij het maken van sommen,' aldus Brown, die over haar ervaringen vertelde tijdens de viering van het twintigjarige bestaan van Mathematica deze zomer in Maastricht.

Want nieuwe bètaslimmeriken zijn in haar ogen niet uitsluitend sommenmakers, maar ook modelbouwers. Ze experimenteren met figuren, functies en formules, visualiseren bedachte concepten, bekijken prototype machines vanuit elke hoek, en sleutelen eraan, totdat simulaties tonen dat het werkt. Ze benutten de computer dus in hun leerproces. Op de website van Wolfram (demonstrations.wolfram.com) is te zien waartoe het jonge bètatalent in

haar klas in staat was, losgelaten op Mathematica. Dit loopt uiteen van het maken van nieuwe Disney-figuurtjes en synthetische geluiden, tot animaties van axiale motoren met zes cilinders.

Vorig jaar stapten Microsoft en pc-fabrikant Lenovo, die er zelf ook commerciële belang bij hebben, in Brown's didactische experiment en leverden Brown's 30 leerlingen een 'state of the art'-Tablet-pc, die ze mee naar huis mogen nemen. De computer zorgt zo voor aansluiting tussen de wiskundeles en de alledaagse werkelijkheid. De leerlingen kunnen op het scherm schrijven of tekenen en via de touchscreen interactief experimenteren met wiskundige figuren.

Vergeten minnetje

Brown richt haar lessen zo in dat ze de meeste tijd besteedt aan het overdragen van de wiskundige concepten en leren waarom dingen werken. Overschrijven van regels en formules in schriften, eindeloos onbeduidende details in sommen uitlegen – het altijd weer vergeten minnetje – weert ze uit de les. Alle leerstof staat op haar website (www.abbymath.com), haar uitleg staat er in een geluidsfile bij. Bovendien is er in de les tijd over om de leerlingen projecten te laten doen, waarbij ze wiskundige concepten toepassen. 'Dit gaat niet meer alleen over wiskunde en je huiswerk doen. Deze studenten hebben lol', aldus Schmitt. 'We gaan de cursus nu aanbieden op alle scholen in het district.' Brown merkte zelfs dat het hulpmiddel een middel kon zijn voor kennisoverdracht van

het wiskundig ergoed onder de jeugd zelf. Ze nam de lijst van de verplichte wiskundeleerstof – de Californische *list of state standards* – zette de thema's op papiertjes en liet haar leerlingen uit een bak allemaal een papiertje trekken. De leerlingen maakten een demonstratie in Mathematica en hielden in de klas voordrachten. 'Zodra ze hun computer aan hadden gezet waren ze niet meer te onderscheiden van ervaren docenten', aldus Brown. Brown stelt de demonstraties via een website beschikbaar, zodat jongeren over de hele wereld het curriculum kunnen downloaden, gedoopt door leeftijdgenoten.

Overschatten

In Nederland moet het ministerie van OCW beslissen of het wiskundige hulpmiddel in de toekomst wel of niet zal zijn toegestaan tijdens het staatsexamen. Volgens de commissie Siersma, die ICT alleen in de les wil als 'use to learn'-middel niet als 'learn to use', is teveel wiskundeonderwijs verzand in het uitleggen hoe de grafische rekenmachine werkt, terwijl achteraf bleek dat dit helemaal niet nodig was. Ouders zijn verontwaardigd over de slechte wiskundige vaardigheden van hun kinderen en starten zelfs belangenverenigingen.

Maar Wolfram, dat zijn software graag zou zien doorsijpelen in het onderwijs, vindt dat zulk protest voortkomt uit zelfoverschatting. Volwassenen hebben de neiging de waarde van hun eigen vaardigheden te overschatten. 'Ze geloven dat wat hun generatie leerde, koste wat kost behouden moeten blijven. Maar beschaving en technologische vooruitgang houden juist in dat het individu op steeds meer vlakken incompetent mag zijn. De holbewoner had veel meer vaardigheden nodig om te overleven, dan de moderne mens', stelt het bedrijf in haar pamflet, 'Zal Mathematica de jeugd bederven?'

Wolfram verwacht dat er nieuwe vaardigheden in de plaats zullen komen van oudere. 'Vaardigheden zoals het raden van factoren bij polynomen of trucjes bij integreren, worden vervangen door vaardigheden zoals modelleren, programmeren en begrijpen wat recursief is. Het onderwijs moet het bètatalent vooral aanbieden waar het om schreeuwt: de mogelijkheid om iets moeilijks en betekenisvol te doen, zodat het kind zich kan ontwikkelen tot een zelfverzekerde volwassene.'

Nu Nederlandse scholen het keuzevak wiskunde D voor de harde bèta-invoering kunnen gaan geven – dat geen staatsexamen krijgt – ligt de kans klaar in selecte kring na te volgen wat Brown deed in haar 'Advanced topics'-cursus. Want met Mathematica kan wellicht ook Nederlands bètatalent weer aangesproken worden. Sinds 1985, toen 'de kip met de gouden eieren' wiskunde 2 werd afgeschaft, trekken wiskundefaculteiten jaarlijks nog maar een fractie van de eerstejaars van vroeger.

'Wiskunde komt tot leven als je voor je ogen ziet hoe functies werken en met elkaar in relatie staan'