

In hoog tempo veroverft het internet de wereld. Ook in het onderwijs staat het gebruik van internet voor de deur. **Martin van Reeuwijk, Vincent Jonker en René van der Weijden** deden een experiment met leerlingen en geven hun mening over de meerwaarde van internet voor de wiskundeles.

Meer dan oude wijn in een nieuwe zak

Wat is de (meer)waarde van internet? Kun je er iets mee op een zinnige manier in je wiskundeles? In dit artikel gaan we in op een drietal mogelijkheden voor het gebruik van internet in de les:

- internet als uitgebreide informatiebron
- internet om software af te spelen
- internet als communicatiemiddel.

We willen illustreren dat de kracht van internet zit in gebruikersgemak en in de integratie van deze drie mogelijkheden. We maken in dit artikel gebruik van ervaringen uit een experiment met leerlingen. Aan het eind van het artikel gaan we kort in op de onderzoekshouding die 'nodig' is als je met internet werkt.

Een experiment

'... wel handig dat internet, je kunt zo makkelijk informatie opzoeken.'

'... ja, je moet wel een duidelijke opdracht hebben, of een echte vraag moeten beantwoorden of zo, het moet wel duidelijk zijn wat je moet doen.'

'... die spelletjes zijn leuk.'

'Nu snap ik ineens meer van Pythagoras, omdat ik het zelf nog even kan nalezen, op een andere manier dan in het boek.'

Dit zijn reacties van leerlingen die een middagje achter de computer hebben zitten 'surfen' over het internet (ook bekend als 'browsen'). Ook de rest van de citaten in dit artikel zijn van deze leerlingen. Het was niet zomaar surfen, maar gericht surfen aan de hand van een aantal wiskundeopdrachten, geschreven en bewerkt voor het internet.

De leerlingen waren enthousiast gemaakt door twee van hun docenten die een internetcursus hadden gevolgd bij CD-bèta¹ en die net als wij – de cursusleiders – nieuwsgierig waren hoe leerlingen nu met internet overweg kunnen en wat ze ervan vinden om wiskundeopdrachten te doen waarbij internet een rol speelt.

Omdat op het Willem van Oranje College in Waalwijk nog niet voldoende (snelle) computers op het internet wa-

ren aangesloten en er zonder technische problemen door leerlingen op het internet kon worden gewerkt – een herkenbare situatie voor veel scholen – ontstond het idee om een klein experiment op het Freudenthal Instituut uit te voeren².

Twee groepjes van drie leerlingen (een groepje uit 3 Atheneum en een groepje uit 5 Atheneum, waarvan in elk groepje één leerling die wel eens had gesurft) waren de gelukkigen die een middag op het Freudenthal Instituut aan het werk mochten. Zo werd het tenminste door de leerlingen ervaren, want de belangstelling op school was zo groot, dat er geloot moest worden.

We hadden gekozen om de leerlingen in groepjes te laten werken om samenwerking te bevorderen. Elk drietal had twee computers die on-line op het internet waren aangesloten tot zijn beschikking.



Leerlingen aan het werk achter de computer, op zoek naar informatie over Pythagoras

Na een korte inleiding over het waarom van de middag, waren tien minuten voldoende om de leerlingen de beginselen van het surfen (en zoeken) op het internet bij te brengen. Ze konden zo aan de slag. We hebben goede hoop dat leerlingen in het algemeen snel vertrouwd zullen zijn met dit medium.

Ook tijdens de rest van de middag bleek duidelijk dat leerlingen weinig moeite hebben met het gebruik van internet.

Internet als uitgebreide informatiebron

'... toch denk ik niet dat internet boeken gaat vervangen, het komt erbij als extra, de bibliotheek is ook wel handig'

'Je gaat toch eerst aan je leraar vragen of aan een vriendje die het misschien weet.'

'... internet vult de leraar aan. Als je iets meer wilt weten dan je leraar weet, dan is internet wel handig.'

De meeste mensen surfen over het internet op zoek naar informatie en maken daarbij dankbaar gebruik van de zogenaamde zoekmachines (Ilse, Alta Vista, Yahoo).

Naast alle algemene informatie die op het internet te vinden is, net als in bibliotheken of een encyclopedie, zijn er ook sites (met name voor docenten) die speciaal gericht zijn op het wiskundeonderwijs. Deze sites bevatten actuele informatie over bijvoorbeeld examenprogramma's, correcties op methoden, agenda van (nascholings)bijeenkomsten en andere ontwikkelingen in het wiskundeonderwijs (de site van de NVvW, de digitale school, de site van het Freudenthal Instituut). Als informatiebron biedt internet wel degelijk iets extra's (actueel, snel en goedkoop), maar het zal in ieder geval voorlopig bestaande media nog niet vervangen vanwege de chaos (soms lastig om te vinden wat je zoekt), de traagheid (het kan wel eens een tijdje duren) de incompleetheid (niet alle informatie is te vinden), en de beperkte mogelijkheden tot interactie (je wilt ook wel eens met iemand praten).

De praktijk

Een opdracht waar de leerlingen deze middag aan werkten en waarbij informatie opgezocht moest worden, luidde:

Werkstuk Pythagoras

De stelling van Pythagoras is verplichte kost voor de meeste leerlingen in het voortgezet onderwijs. De bedoeling van deze opdracht is om met behulp van internet een werkstuk(je) over de stelling van Pythagoras te maken.

Richtlijnen (aanwijzingen waar je rekening mee moet houden) zijn:

- er moet iets van geschiedenis in zitten
- er moeten plaatjes in zitten
- er moeten in ieder geval twee verschillende 'bewijzen' in zitten.

Er waren enkele sites gegeven³, maar leerlingen gingen al snel naar een zoekmachine en typten 'Pythagoras' in. De leerlingen zochten de gevonden sites af op zoek naar bruikbare informatie om een werkstuk te schrijven. Hoewel een van de eerste sites uit het lijstje al voldoende informatie bevatte voor een werkstuk, werden toch ook de andere sites even bekeken, want je weet maar nooit wat je nog vindt.

'... wat hier staat [over Pythagoras] is duidelijker dan wat in het boek staat ...'

'... lekker korte samenvatting, nou snap ik het ineens.'

'Voor een werkstuk maken is internet wel erg handig. Je kunt makkelijk allerlei informatie opzoeken. Het gaat veel sneller.'

'... in de bieb is ook niet alles.'

Met knip- en plakwerk werd snel een 'verslag' in elkaar gezet. In het Engels weliswaar, maar het zag er mooi uit. De leerlingen hadden wel de neiging om niet al te kritisch hele pagina's van het internet te kopiëren en in het werkstuk te plakken. Leerlingen zullen moeten leren kritisch met informatie om te gaan: Wat is relevant, wat is inhoudelijk goed, wat kan ik gebruiken om de vraag te beantwoorden?

Medewerkers aan de Katholieke Universiteit Brabant – waar driekwart van de studenten regelmatig gebruik maakt van het internet – hebben dezelfde ervaring:

'... scripties [moeten] er veel mooier uitzien dan vroeger. In die verfraaiingsdrift moeten we ze zelfs afremmen. Dat wil overigens niet zeggen dat de scripties ook beter zijn dan vroeger. Maar hetzelfde resultaat is wel bereikt met minder inspanning.' (*Volkskrant*, 26 november 1998)

Zoals uit een van de citaten aan het begin van dit artikel blijkt, stelden de leerlingen de richtlijnen zeer op prijs. Een te open geformuleerde opdracht ('Schrijf een verslag over de stelling van Pythagoras') is volgens deze leerlingen te vaag. Ze willen toch wel graag weten wat er van ze verwacht wordt. Duidelijke richtlijnen voor praktische (internet)opdrachten zijn erg belangrijk.

Een voorbeeld van hoe algemene richtlijnen voor een verslag eruit kunnen zien, is te vinden op de homepage van Jos Geerlings (een docent die ook actief is op het internet). Hij stelt dat de wiskunde centraal moet staan, dat de werkwijze (taakverdeling, geraadpleegde sites) moet worden verantwoord, dat het een lopend betoog moet zijn en dat er wordt verwacht dat de leerlingen iets nieuws toevoegen.

Internet om software af te spelen

Internet biedt ook de mogelijkheid om software te draaien. Met name kleinere programmaatjes (zogenaamde 'applets') werken prima via een internetverbinding. Het voordeel is dat er één centrale plek is waar altijd de laatste versie van het programma staat. De software hoeft niet op een netwerk op school te worden geïnstalleerd en de bediening (de interface) is vaak eenvoudig.

Je hebt echter wel redelijk snelle computers en aansluitingen nodig en dat is nog lang niet overal het geval.

'Bij ons op school hebben we nog oude computers.'

'... ze [de computers] werken niet...'

'... ze lopen vaak vast.'

'alles werkt ook nog met diskettes.'

'en ze [leerlingen] gaan er niet normaal mee om ...'

Bestaande software draait echter niet zomaar via het internet, want die is er vaak niet voor geschreven en complexe (grotere) programma's zijn (nog) vrij traag. Op het WisWeb van het Freudenthal Instituut staan programmaatjes⁴ die speciaal voor het internet zijn gemaakt of voor dat doel zijn aangepast. Eén van deze programmaatjes is een simulatie van het Willem Ruis-probleem.



Het Willem Ruis probleem

Dit probleem komt kort op het volgende neer: Er zijn drie dozen. In één van de drie dozen zit een prijs. Je kiest een doos. Dan opent Willem Ruis een doos (een andere dan je gekozen hebt) waar geen prijs inzigt en vraagt 'Wil je nog wisselen van doos?' Op dat moment mag je je eerste keuze herzien. De vraag is wat de beste strategie is (wel of niet wisselen) om een zo groot mogelijke kans op de prijs te hebben.

De praktijk

De leerlingen hebben het spel diverse malen gespeeld. Het programmaatje houdt het totale resultaat van iedereen die het spel speelt bij: op dit moment meer dan 600 spelers die het spel samen al bijna 1200 keer hebben gespeeld.

De opdracht aan de leerlingen was om uit te vinden wat de beste strategie is en daar een verklaring voor te vinden. Door de grote aantallen kun je vermoeden wat de beste strategie is. De leerlingen raakten enigszins gefrustreerd, want ze wisten nu wel welke strategie de beste is, maar niet waarom. De achterliggende redenering is ook niet eenvoudig. Het bleef ze wel bezighouden en er werd hard geredeneerd. Op een gegeven moment werd de computer aan de kant geschoven en de docent erbij geroepen om het uit te leggen.

Omdat de simulatie via het internet draait, is het mogelijk de resultaten van alle spellen bij te houden van iedereen die waar dan ook het spel speelt. Dat is wat internet in dit geval extra biedt boven een simulatie die je op een enkele computer draait.

De leerlingen hebben meer van de programmaatjes op het

WisWeb bekeken en ermee gewerkt. Het spelkarakter ervan sprak ze aan en ook zagen ze wel wat in de mogelijkheid om op die manier bepaalde (basis)vaardigheden te kunnen oefenen. Een programmaatje in de vorm van een spel (met een highscore), leuk vormgegeven en eenvoudig in de bediening, werkt bovendien motiverend. Net als bij de Pythagoras-opdracht waren de leerlingen ook nu heel duidelijk in hun oordeel over de programmaatjes. De instructies moeten duidelijk zijn, niet teveel uitleg en tekst en het moet duidelijk zijn wat het doel is van het programma (of het spel).

'Je bent gewoon bezig met een leuk spelletje en ondertussen leer je ook nog wat wiskunde.'

'Die van de kerk en vuurtoren is heel vaag, wat is nu eigenlijk de vraag.'

'Het maakt wiskunde leuker. Het is een spel en het staat op internet.'

'Die spelletjes spelen is wel goed, eerst uitleg en dan kun je oefenen met zo'n spelletje.'

Internet als communicatiemiddel

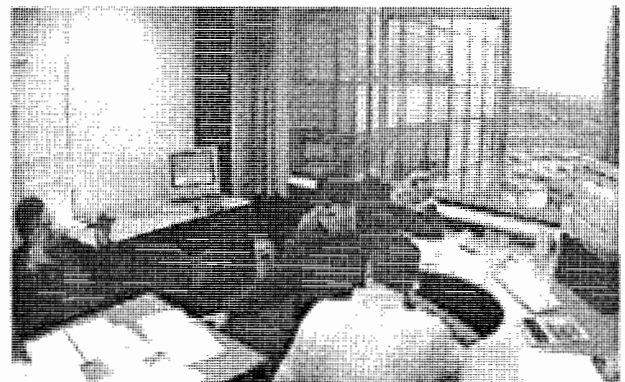
Een derde toepassing van het internet is communicatie. Tijdens de middag surfen hebben we niet naar deze mogelijkheid gekeken, maar leerlingen herkennen dat het handig kan zijn om via e-mail iemand (een deskundige, een vriendje) iets te vragen over een bepaald (wiskunde-)onderwerp.

'Het gaat makkelijker dan een brief schrijven.'

'... en lekker snel ...'

'... de leraar bellen doe ik niet zo snel ...'

In verschillende projecten wordt geëxperimenteerd met prikborden en andere ontmoetingsplaatsen waar docenten en/of leerlingen informatie (denk bijvoorbeeld aan proefwerken, lesideeën) en ervaringen kunnen uitwisselen. Wat precies een goede vorm is voor zo'n ontmoetingsplaats lijkt nog niet helemaal duidelijk. Beheer en organisatie van zo'n ontmoetingsplaats vraagt veel tijd en menskracht, die er vaak niet is.



Leerlingen in discussie naar aanleiding van het Willem Ruis-probleem

Een onderzoekshouding

Je weg (kunnen) vinden in de brij van informatie op het internet en keuzen kunnen maken tussen wat wel en niet geschikt is, vereist een bepaalde onderzoekshouding. In het voorbeeld over Pythagoras verliep het zoeken naar geschikte sites voorspoedig, maar vaak is een meer gerichte zoekopdracht nodig. We verwachten van leerlingen dat ze een plan van aanpak kunnen opstellen en dat ze zelfstandig aan het werk kunnen om wat te leren. Internet kan bijdragen tot de ontwikkeling van zo'n houding.

Als leerlingen samen achter een computer zitten, is er interactie, er moet worden overlegd over wat te doen. Leerlingen moeten dan wel verwoorden (in hun eigen woorden, begrijpbaar voor hun collega-leerlingen) wat het probleem is, wat ze willen en wat ze van plan zijn.

'... met z'n tweeën, als je voor een probleem zit, dan kan je samen een oplossing bedenken.'

'... met z'n tweeën zie je meer...'

'Overleggen is wel goed, wat vind jij, wat zullen we opzoeken...'

'... als je het zelf kan, dan kan je ook wel zelf oefenen juist...'

'... alleen is soms wel lekker...'

Hoe verder?

Uit de cursussen die we tot op heden hebben gegeven, uit dit kleine experiment met leerlingen en uit gesprekken met collega's blijkt dat internet een zinnige rol kan gaan spelen (en soms al speelt) in het (wiskunde)onderwijs.

In dit artikel hebben we internet vooral bekeken als 'oude media' in een nieuw jasje. De voordelen van internet liggen – in ieder geval tot nu toe – vooral in het gemak van informatie-uitwisseling en informatievergaring; één medium in plaats van een aantal losse communicatiemiddelen en informatiedragers (telefoon, fax, brief, video, CD-audio, CD-rom, boek, software, en dergelijke); een machine-onafhankelijke standaard (het maakt niet uit of je achter een PC, een Macintosh of ander systeem zit); en de snelheid van internet.

We zetten onze zoektocht naar de meerwaarde van internet voor het onderwijs voort. Er zullen meer gerichte experimenten worden uitgevoerd. Zo treft u op pagina 51 van deze *Nieuwe Wiskrant* een uitgebreide aankondiging aan van de WWW-lympiade. Welsiswaar is de wedstrijdweek al voorbij, maar u kunt nog tot 1 mei a.s. werkstuk-

ken inzenden. Het onderwerp is dit jaar zeer actueel: het fileprobleem.

'De leukigheid [van het internet] zal er wel vanaf gaan, maar het [internet] gaat niet over, het blijft!'

We houden u op de hoogte!

Webadressen

NatDoc pagina's, website voor het natuurkundeonderwijs: www.phys.uu.nl/~wwwnatde/

website van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraars: www.euronet.nl/~nvvw

WisWeb, website (onderdeel van de website van het Freudenthal Instituut) met internettoepassingen voor het wiskundeonderwijs: www.fi.uu.nl/wisweb/

Het wiskundelokaal van de digitale school: digischool.bart.nl/wi/wilok.htm

Het adres van de homepage van Jos Geerlings is:

www.fortunecity.com/boozers/whitecat/471/index.htm

René van der Weijden is docent natuurkunde aan het Gregorius College in Utrecht, is webmaster van de Nat-Doc-site en werkt bij de vakgroep natuurkundendidactiek binnen CD-bèta.

Vincent Jonker en Martin van Reeuwijk werken beiden bij het Freudenthal Instituut.

Met medewerking van docenten en leerlingen van het Willem van Oranje College in Waalwijk.

Noten

- [1] Sinds 1996 verzorgt Cd-bèta (Centrum voor de Didactiek van de Wiskunde en Natuurwetenschappen) aan de Universiteit Utrecht Internetcursussen voor docenten exacte vakken in het voortgezet onderwijs.
- [2] Op het Willem van Oranje College (dat geen voorhoede school is) wordt op dit moment flink geïnvesteerd in ICT. De situatie zoals in dit artikel beschreven, is van voor de inhaalslag die de school aan het maken is.
- [3] Zie Hermsen, H. (1997). 'WURLS 1, op zoek naar Pythagoras'. *Nieuwe Wiskrant* 16(3) 54-56, waarin een aantal sites worden genoemd die betrekking hebben op de stelling van Pythagoras.
- [4] Een aantal van deze programmaatjes zijn in het Wiskie-project ontwikkeld, zie Dekker, T. en L.M. Doorman (1995). 'Algemene herhaling', *Nieuwe Wiskrant* 15(2), 21-23.

ICME 9 in Japan

Het negende Internationale Congres over wiskundeonderwijs wordt in 2000 gehouden van 31 juli tot 6 augustus in Makuhari, Japan. Makuhari ligt tussen het centrum van

Tokyo en de internationale luchthaven Narita.

Informatie is de komende tijd te vinden op de website van ICME 9: <http://www.ma.kagu.sut.ac.jp/~icme9/>