

# De bewegende aarde

## Geo-module voor Natuur, Leven en Technologie

Aardrijkskunde is een van de vakken betrokken bij het nieuwe Natuur, Leven en Technologie (NLT) voor de bovenbouw havo/vwo.

In de nieuwe module *De bewegende aarde* komen aspecten van aardrijkskunde, natuur-, schei- en wiskunde samen. De eerste versie is volop getest en is komend schooljaar beschikbaar.

In het novembernummer van *Geografie* zei Pim Beukenkamp: 'Ik zie NLT als een versterking van aardrijkskunde en hoop dat veel geografen aan de slag gaan met dit prachtige vak'. Hij wordt op zijn wenken bediend: in de module *De bewegende aarde* vormt een aardrijkskundig onderwerp, de bewegingen in de aardkorst, de rode draad. Om de platen tektoniek te kunnen verklaren en de effecten te voorspellen moeten erbij halen. Daarmee plaats je aardrijkskunde meteen in een veel breder kader.

De module draait om twee hoofdvragen:

1. Welke bewegingen vinden er plaats in de aarde, en waardoor worden ze veroorzaakt?
2. Welke gevolgen kunnen deze bewegingen hebben aan het aardoppervlak, in de oceanen en in de atmosfeer?

Om de vragen over het aardrijkskundige fenomeen te kunnen beantwoorden moet je inzicht hebben in de fysische en chemische processen van onder andere aardbevingen, vulkanen en gebergtevorming. Voor het bewijs van plaatverschuivingen moet je bijvoorbeeld iets weten van (paleo)magnetisme. Bij aardbevingen komt het natuurkundige principe van golfvoortplanting aan bod. Wiskunde helpt bij de reconstructie van plaatbewegingen. Bij vulkaanuitbarstingen speelt de chemie van zwavel en chloor. De module vraagt dus inzet van een team docenten uit verschillende vakken.

Foto: Vulkanische erupties en lava-stromen joegen in oktober 2007 de bevolking van het Yemenitische eiland Jabal at-Tair af.

### Indeling module

#### 1 Inleiding platen tektoniek, gesteenten en dateren

Voorbeeldopdrachten:

- Hoe kwam Wegener tot zijn inzichten?
- Dateren met de  $^{14}\text{C}$ -methode

#### 2 Platen tektoniek

Voorbeeldopdrachten:

- Het magneetveld in je woonplaats
- Bepaling van de rotatiepool van de Atlantische Oceaan

#### 3 Aardbevingen

Voorbeeldopdrachten:

- Lokalisatie aardbeving Nederland 1992
- Waar bevond de tsunami zich na zes uur?

#### 4 Het binnenste van de aarde

Voorbeeldopdrachten:

- Waarom S-golven niet door vloeibare media gaan
- Voorspelde totale warmtestroom

#### 5 Vulkanen

Voorbeeldopdrachten:

- Vulkanisme en een reconstructie van een plaatbeweging
- Hoeveel vluchtige stoffen zijn er ontsnapt bij de uitbarsting van de Laki Vulkaan in IJsland?

#### 6 Gebergtevorming

Voorbeeldopdrachten:

- Experiment met zandsteen
- Stromend glas?

*De bewegende aarde* bestaat uit zes hoofdstukken. De eerste twee vormen de hoofdmoot. Daarna kun je een of twee van de andere hoofdstukken kiezen, afhankelijk van de beschikbare tijd en je eigen voorkeur. Het kader hierboven bevat per hoofdstuk twee voorbeelden van leerlingopdrachten.

### Ontwikkeltraject

De geo-module (48 studielasturen) werd oorspronkelijk als verrijkingmodule ontwikkeld voor het Junior



## Reacties JCU-leerlingen

### Wat ik goed vond:

- de theorie ging best diep, maar bleef toch aardig goed te begrijpen,
- de samenhang tussen de onderwerpen en het boekje was goed!

### Wat verbeterd moet worden:

- andere opdrachten; misschien wat minder rekenen en wat meer feiten.

### Wat ik geleerd heb:

- hoe de uitstoot van vulkanen invloed kan hebben op het milieu van andere delen van aarde,
- dat je door het bekijken van patronen in stenen meer kunt vertellen over de processen die zich hebben afgespeeld in de aarde,
- hoe een tsunami wordt opgewekt.

College Utrecht – een samenwerkingsverband tussen de Universiteit Utrecht en 26 partnerscholen uit de regio Midden Nederland.

In maart-april 2007 gingen 24 JCU-leerlingen van 6 vwo ermee aan de slag. Ze vonden de stof pittig, maar interessant. Commentaar: de module zat wel propvol en zou minder 'college' en meer leeractiviteiten mogen bevatten (kader 'Reacties JCU-leerlingen').

Na de proef op het JCU werd gestart met de ontwikkeling van een NLT-versie die docenten in een 'gewone' 5V-klas kunnen geven. In

september-oktober 2007 werd de nul-versie getest op het Baarnsch Lyceum. In november gingen het Revis Lyceum in Doorn en het Leidsche Rijn College in Utrecht met een aangepaste versie aan de slag (kader 'Reactie docent'). Op basis van al die ervaringen wordt er nu een definitieve versie gemaakt. Deze zal ter certificering worden aangeboden aan het NLT-ontwikkelpunt. Na certificering komt de module beschikbaar voor alle scholen in Nederland. Er zijn ook al ideeën voor een nascholing voor NLT-teams door het Bèta-Steunpunt Utrecht.

opdracht (PO) voor wiskunde.

De docenten hadden zich uitgebreid in de materie verdiept. Voor de docenten scheikunde en natuurkunde, beide geoloog, was dat grotendeels een kwestie van het oprakelen van oude kennis. Voor de docente wiskunde was het allemaal nieuw. Dat gold ook voor de manier waarop wiskunde in de geologie werd gebruikt.

Uit de evaluatie blijkt dat de twaalf leerlingen en de drie docenten de introductie in de aardwetenschappen erg leuk vonden. Het was ook 'weer eens wat anders dan gewone lessen'. De leerlingen vonden het leuk om van zo veel verschillende docenten les te krijgen. Wat ze misten was structuur. Door gebrek aan aardrijkskundige kennis over begrippen als subductie, Mid Oceanische Rug en paleomagnetisme was de rode draad van het verhaal, de platen tektoniek, niet altijd duidelijk. Verder zagen ze soms het nut van het rekenwerk niet in.

Het Revis Lyceum en het Leidsche Rijn College konden met een aangepaste syllabus aan de slag, waarin de platen tektoniek als rode draad wat beter uit de verf komt. De module begint met een inleiding over de geschiedenis van de theorie van de platen tektoniek, en over de soorten gesteenten en het dateren van gesteenten. Bij ieder hoofdstuk is er een Powerpoint presentatie om alles te illustreren. De opdrachten in de module zijn onderverdeeld in opdrachten die voorkennis oprakelen, verwerkingsopdrachten, opdrachten waarbij je de theorie toepast en verdiepingsopdrachten.

Op het Revis Lyceum in Doorn werden de lessen gegeven door docenten natuurkunde, scheikunde, wiskunde en aardrijkskunde. Drie hele dagen waren 22 natuurprofiel-leerlingen uit 5V in projectvorm met de module aan het werk.

De aardrijkskundedocent begon met de algemene uitleg over de geschiedenis van de theorie van de platen tektoniek, over stenen en dateren, aardbevingen en vulkanen. Zodra er een uitwerking kwam op het gebied van wis-, natuur- of scheikunde nam de desbetreffende

FOTO: PHOTOGRAPHER'S MATE / ST. CLASS / JON. GESCH / U.S. NAVY



Banda Aceh op Sumatra, verwoest door de tsunami in december 2004. Op [www.earthweek.com](http://www.earthweek.com) kun je iedere week zien waar zich belangrijke natuurrampen hebben voorgedaan.

## Reactie docent

Fred Valk, docent aardrijkskunde Leidsche Rijn College: 'Het fysische gedeelte van de geografie, dat niet zo'n grote plaats inneemt in het aardrijkskundeprogramma van de bovenbouw, is in deze module het belangrijkste vak geworden. Dat levert een unieke benadering op van typisch geologische onderwerpen als platen tektoniek, aardbevingen, het binnenste van de aarde, vulkanisme en gebergtevorming. Door samenwerking met de bètavakken leg je verbanden, doe je met de klas vaardigheden op buiten de grenzen van jouw vak, en pas je deze in een nieuwe situatie toe. De module is zeer geschikt voor leerlingen met een bètapakket, maar delen ervan zijn ook goed bruikbaar voor leerlingen met een gammapakket.

Het niveau van de module ligt duidelijk boven de eisen gesteld in het CSE-onderwerp Actieve aarde. De leerlingen vinden de tekst goed leesbaar; waar nodig worden begrippen toegelicht en/of er wordt naar andere bronnen verwezen.

Behalve dat het onderwerp mij persoonlijk aanspreekt, vond ik het ook zeer motiverend om met docenten uit verschillende disciplines ieders specifieke kennis en vaardigheden in te zetten rond het gemeenschappelijke thema De bewegende aarde. Voor de leerlingen is het een uitdagende en diepgaande kennismaking met de wereld van de natuurwetenschappen en in het bijzonder geologische verschijnselen die regelmatig het nieuws halen. Ik verwacht, ook gezien de enthousiaste reacties van leerlingen, dat er voor deze module ruime belangstelling zal zijn.'

## In de lessen kun je de actualiteit meenemen via [www.earthweek.com](http://www.earthweek.com).

vakdocent de les over. De aardrijkskundedocent voerde de leerlingen daarna weer terug naar de rode draad en zorgde ervoor dat de structuur helder bleef. De leerlingen werkten hard en uit de evaluatie bleek dat ze de module leuk vonden, actueel, uitdagend, afwisselend en zeker niet te makkelijk. Tijdens alle lessen werd er goed gewerkt. De module leent zich zeer goed om zelfstandig te 'ploeteren met het materiaal'.

Op het Leidsche Rijn College in Utrecht draait de module nu in reguliere aardrijkskundelessen voor 5 vwo. Omdat het hier voornamelijk leerlingen met een maatschappijprofiel betreft wordt er minder diep ingegaan op de berekeningen en de fysische en chemische processen. Toch blijven ze niet helemaal achterwege: een natuurkundedocent verzorgt deze lessen. Tot nu toe vinden de leerlingen het leuk, al is het is wel even wennen om een practicum te doen over magnetisme met spoelen en schuifweerstand. De bevindingen van het Leidsche Rijn College worden vooral gebruikt om de aardrijkskundecomponent van de module te verbeteren.

### Actualiteit

Een belangrijk element – dat aardrijkskunde onder andere ook zo'n uitdagend vak maakt – is dat je in de lessen altijd de actualiteit kunt meenemen. Bij de proeven met testversies van de NLT-modules gaven leerlingen aan dat ze deze actualiteit in *De bewegende aarde* misten. Daarom is er nu bijvoorbeeld een verwijzing opgenomen naar [www.earthweek.com](http://www.earthweek.com). Deze

site toont iedere week een nieuwe kaart van de wereld waarop de natuurrampen staan die de afgelopen week de nodige opschudding hebben veroorzaakt.

Dankzij de samenwerking met docenten uit het wetenschappelijke onderwijs is het ook mogelijk de nieuwste wetenschappelijke ontwikkelingen in de module op te nemen en mooie afbeeldingen te gebruiken. Een voorbeeld van zo'n nieuwe ontwikkeling betreft de theorie van de platen tektoniek. De theorie ging oorspronkelijk uit van het concept van starre platen die ten opzichte van elkaar bewegen. In dit concept vinden aardbevingen voornamelijk plaats langs de begrenzingen van de platen. Voor een beter begrip van de werking van aardbevingen is dit concept de afgelopen tien jaar uitgebreid met de notie dat plaatgrenzen vervormen. Men spreekt van *plate boundary zones* (plaatgrensgebieden). De vervorming daarvan is tegenwoordig zeer nauwkeurig op te meten met geodetische methoden, onder andere gps-systemen. Het verband tussen aardbevingen en plaatbewegingen is hierdoor veel gedetailleerder te onderzoeken.

De grote Sumatra-bevingen van 26 december 2004 en 28 maart 2005 in het noordelijk deel van Sumatra leveren tezamen met die van 12 september 2007 in Midden-Sumatra een intrigerend patroon van grote bevingen langs een grote subductiezone. De onderlinge locaties en *timing* verschaffen nieuw inzicht over de samenhang tussen aardbevingen en over de relatie tussen aardbevingen en grootschalige plaatbewegingen. ■

De module *De bewegende aarde* zal waarschijnlijk volgend schooljaar (2008/2009) beschikbaar komen via het NLT-ontwikkelpunt. Mocht er op uw school begin volgend schooljaar (nog) geen NLT worden gegeven dan kan het toch de moeite lonen het materiaal te bestuderen. Want je kunt altijd onderdelen uit de module halen om in de aardrijkskundelessen te behandelen, bijvoorbeeld in lessen over de Actieve aarde (6 vwo, 2008/2009) en in het nieuwe Tweede Faseprogramma.

Meer informatie: M.L. Kloosterboer-van Hoeve, [mkloosterboer@gl.gsf.nl](mailto:mkloosterboer@gl.gsf.nl)

Leerlingen van het LRC geven een presentatie als afsluiting van de module *Bewegende Aarde*.



FOTO: FRED VALK