

Het Domein Aarde en klimaat van het nieuwe vak Natuur, Leven en Technologie (NLT) is verder uitgebreid met de module Klimaatverandering. Dat onderwerp komt al aan bod bij ANW en aardrijkskunde, waarom dan ook nog bij NLT? En kun je er als aardrijkskundecent ook mee uit de voeten?

NLT-module Klimaatverandering

Klimaatverandering is een zeer multidisciplinair onderwerp. Zowel de natuurwetenschappelijke als de sociaaleconomische oorzaken en gevolgen bieden mogelijkheden te over om er bij aardrijkskunde of bij ANW (Algemene Natuurwetenschappen) aandacht aan te besteden. Wil je dieper ingaan op de natuurwetenschappelijke achtergronden van klimaatverandering, dan is een beetje begrip van natuurkunde, scheikunde, wiskunde en biologie nodig. Voor die insteek is gekozen in deze NLT-module over klimaatverandering.

Er wordt – vooral in de keuzedelen – stevig gemeten, gerekend en geëxperimenteerd met sinussen, gas-chromatograaf en stralingsmodellen. Maar er is ook aandacht voor de impact van klimaatverandering en de sociale gevolgen. De aardrijkskundecent kan prima de inleiding verzorgen en de rode draad bewaken. De keuzeonderdelen zullen waarschijnlijk in handen van een collega van de bètasectie zijn. Zo ging het in ieder geval bij het ontwikkelen van het materiaal. Aan de andere kant zouden docenten aardrijkskunde niet moeten terugdeinzen voor het bèta-

gehalte van de module. Natuurlijk zal het af en toe een pittige klus zijn om alles te doorgronden. Wij hopen dat NLT-teams elkaar op school verder helpen met hun kennis van het onderwerp.

We geven een korte uitleg bij de opzet in vaste en keuzeonderdelen in de module, met voorbeeldopdrachten ter illustratie.

Opzet

Na een algemene inleiding (hoofdstuk 1) trapt hoofdstuk 2 af met een inleiding over klimaatverandering en plaatst deze in een (geologisch) tijds kader.

Dan is het tijd voor het bekijken van een klimaatfilm. Er zijn er veel; in de docent-handleiding staan kijkvragen bij de film *An Inconvenient Truth*. Er is ook een lijst met andere klimaatfilms, hun inhoud en beschikbaarheid erbij vermeld.

Daarna verdiepen de leerlingen zich in de (indirecte) manieren waarop wetenschappers de variaties in het klimaat op aarde door de geologische tijd heen kunnen achterhalen. Per methode komen de basisprincipes aan bod. Ook wordt duidelijk hoe ver terug de verschillende methodes kunnen kijken. Uit die indirecte gegevens ontstaat dan het verhaal van de aarde. Met bijzonder warme periodes in de tijd van de dinosauriërs, en ijsskoude tijden tijdens de laatste miljoen jaar (de ijstijden van het kwartaal), maar ook eerder (zo'n 750 miljoen jaar geleden: *snowball earth*). De conclusie uit deze inleiding is vooral dat het klimaat eigenlijk altijd verandert. Dat is het enige 'constante' aan het

klimaat. We moeten dus vooral weten hoe snel het verandert om daarop te kunnen inspelen.

Aan het eind van de inleiding staan de leerlingen stil bij mogelijke oorzaken voor klimaatverandering en de tijdschaal waarop deze oorzaken gevolgen kunnen hebben (**opdracht 2.11**). Zo speelt plaattektoniek een belangrijke rol, al merk je daar zelf niet veel van: er verandert maar weinig aan de ligging van de continenten in een mensenleven.

In hoofdstuk 3 komt aan de orde waarom de module op het Arctisch gebied focust. De effecten van klimaatverandering in Nederland blijven vaak beperkt tot het eerder in bloei staan van narcissen in het voorjaar, of langer op een terrasje zitten in de herfst. In het Arctisch gebied, waar de volkeren onder extreme omstandigheden leven, hebben kleine veranderingen een veel grotere invloed op hun leven. Ineens moeten de kinderen met de boot naar school in plaats van met de

In het Arctisch gebied, waar de volkeren onder extreme omstandigheden leven, hebben kleine veranderingen in het klimaat grote invloed op hun leven.

Nederzetting van de Nenet-bevolking op de toendra in de Arctische zone van Rusland, boven de Oeral. Door de klimaatverandering verdwijnt de permafrost en wordt hun bestaanswijze bedreigd.



Voorbeeldopdrachten

Opdracht 2.11

Ga voor elke aangegeven periode in figuur 2.26 na of de ligging van de continenten een broeikaswereld of een koelkastwereld tot gevolg heeft.

Opdracht 3.3

Vul voor de plaatsen Nuuk, Kangerlussuaq (ook wel Søndre Strømfjord), Murmansk, Spitsbergen (ook wel Longyearbyen) en Alert de volgende gegevens aan in de tabel 'arctisch gebied.xls':

- waar ze liggen (land en welke coördinaten, vooral de breedteligging is belangrijk),
- van wanneer tot wanneer 's zomers de zon er niet onder gaat (pooldag) en van wanneer tot wanneer de zon 's winters niet opkomt (poolnacht); als dat niet zo is geef dan aan hoe laat zon opkomt en ondergaat op 21 december en 21 juni,
- de gemiddelde maximum- en minimumtemperaturen voor januari, april, juli en oktober.

Opdracht 4.13

Bereken hoeveel verschil in ontvangen zonlicht in Nederland de minimale (22,1 graden) en maximale (24,5 graden) scheefstand van de aardas in hartje winter en zomer oplevert. Wat valt je op?

Opdracht 4.30

Laat met een berekening zien dat de hoeveelheid zonne-energie op de afstand vanaf de zon waar de aarde staat $1,4 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$ bedraagt.

Opdracht 4.55

Stel dat de hoeveelheid CH_4 die vrijkomt even groot zou zijn als de hoeveelheid CO_2 die opgenomen wordt. Met welke factor zou het broeikaseffect door deze gecombineerde processen versterkt worden?

Opdracht 4.64

Op welke manier zijn organismen aangepast aan de abiotische factoren van een toendra ecosysteem?

Algemene opdracht: Conferentie

De lokale gemeenschap van een paar nederzettingen boven de poolcirkel (Qaanaaq, Thule, Noordwest-Groenland) heeft jullie uitgenodigd te komen uitleggen wat de uitkomsten van jullie keuzedelen betekenen voor de lokale bewoners. Jullie zijn nu de experts en leggen (aan de rest van de klas, die even de lokale bewoners spelen) uit:

- Is de invloed direct of indirect?
- Wat voor invloed heeft het aspect dat je hebt onderzocht precies?
- Hoe snel gaat de verandering?
- Kan de lokale bevolking er zelf wat aan doen om de verandering tegen te gaan?
- Hoe kunnen ze zich aanpassen?

Opdracht 5.2

Beantwoord na de presentaties van alle keuzedelen in hoeverre de keuzedelen invloed op elkaar hebben. Maak daarvoor een schema, waarin je met plus, plusmin en min aangeeft welke aspecten wel en geen invloed op elkaar hebben.



Smeltende aarde in Darling Harbour, Sydney; ijssculptuur neergezet tijdens de World Environment Day in 2007.



Volgens deze klimaatactivisten gaat het zo snel met de opwarming van de aarde dat je bij Spitsbergen al kunt zonnebaden. Dat mag overdreven klinken, maar de lokale bewoners ondervinden wel degelijk grote veranderingen in hun leefomgeving.

FOTO: FRANÇOIS LENOIR/REUTERS

hondenslee, om maar een klein ongemak te noemen **(opdracht 3.3)**.

Hoofdstuk 4 bevat vier keuzeonderdelen. Elk kijkt in meer detail naar een aspect van klimaatverandering in het algemeen of het Arctisch gebied in het bijzonder. En bij elk deel ligt de nadruk anders.

1. *Milankovic. Nadruk op wiskunde b, meer geschikt voor N&T*

In dit keuzedeel berekenen de leerlingen welke invloed variaties in de baan van de aarde om de zon hebben op de hoeveelheid zonne-energie die de aarde ontvangt. Het gaat vooral om de gevolgen ter hoogte van de poolcirkel (65 graden), want dit is de plek waar ijskappen kunnen groeien of juist smelten **(opdracht 4.13)**.

2. *Ijs en Albedo. Nadruk op natuurkunde, meer geschikt voor N&T*

Het Arctisch gebied is erg koud en er ligt veel ijs. Dit ijs heeft een grote invloed op de klimaatverandering en de gevolgen ervan. Als het klimaat warmer wordt, kan het ijs gaan smelten. Daardoor kan de zeespiegel gaan stijgen. Bovendien verandert het oppervlak van dit deel van de aarde en dat heeft weer gevolgen voor de weerkaatsing dan wel absorptie van zonnestraling en daarmee voor de energie-

huishouding van de aarde **(opdracht 4.30)**. Dit beïnvloedt de klimaatverandering weer.

3. *Methaan. Nadruk op scheikunde, meer geschikt voor N&G*

In de bevroren ondergrond (permafrost) van de toendra is een grote hoeveelheid methaan opgeslagen. Dit gas is in de loop van de tijd gevormd door rottingsprocessen van plantenresten. Door de wereldwijd stijgende temperatuur zal een deel van de permafrost smelten en het daarin opgeslagen methaan vrijkomen. Methaan dat in de atmosfeer belandt werkt als een broeikasgas en zal er dus toe leiden dat het broeikaseffect toeneemt, waardoor de temperatuur zal stijgen. Daardoor zullen er nog meer permafrostgebieden smelten en komt er nog meer methaan vrij, waardoor de opwarming van de aarde in een versnelling komt **(opdracht 4.55)**. Hoe groot is dit probleem? En kunnen we er iets aan doen? Om dit goed te begrijpen moeten de leerlingen meer weten over wat methaan nu eigenlijk is, hoe methaan werkt als broeikasgas, hoe het ontstaat in de bodem, hoe de bodemmicrobiologie er in het toendragebied uitziet en welke rol methaan speelt in de koolstofcyclus. Naast theorie gaan ze ook zelf de vorming van methaan in een laboratoriumopstelling nabootsen en aantonen.

4. *Ecosystemen. Nadruk op biologie, meer geschikt voor N&G*

Klimaatveranderingen hebben grote gevolgen voor de natuur. In ecosystemen bestaat een dynamisch evenwicht tussen organismen. Door een kleine verandering in bijvoorbeeld de lengte van het groeiseizoen, kan dat evenwicht geheel verschuiven. In dit onderdeel kunnen de leerlingen kiezen: ze bestuderen een bestaand onderzoek of ze werken een zelf gekozen onderwerp uit **(opdracht 4.64)**.

In het afsluitende hoofdstuk 5 komen de keuzedelen weer bij elkaar. Iedere groep leerlingen zal de basisprincipes van 'hun' keuzedeel uitleggen en de uitkomsten presenteren. Dat gebeurt in een rollenspel; de setting is een conferentie voor kleine gemeenschappen boven de poolcirkel, Kopenhagen **(algemene opdracht)**.

Het is de bedoeling dat zo aan het eind van de module de invloeden van al deze aspecten op het leven in het Arctisch gebied weer bij elkaar komen **(opdracht 5.2)**. •

Kijk op internet

De testversie van de NLT-module over klimaatverandering is beschikbaar op http://digischool.kennisnet.nl/community_nlt/modulesvwo. Vragen en opmerkingen zijn welkom. De definitieve versie komt beschikbaar in oktober.

Advertentie

Nascholing Examenprogramma Tweede Fase

De vakgroep aardrijkskunde van Fontys Lerarenopleiding Tilburg organiseert vijf vakinhoudelijke en vakdidactische nascholingsbijeenkomsten over het examenprogramma voor de Tweede Fase.

- 8 oktober 2008: Herhaling nascholing Wereld, Globalisering
- 5 november 2008: Herhaling nascholing Zuidoost-Azië, Gebiedskenmerken
- 19 november 2008: Nascholing Leefomgeving, Kust- en stroomgebieden
- 14 januari 2009: Nascholing Leefomgeving, Ruimtelijke ordening
- 11 februari 2009: Herhaling nascholing Aarde, Middellands Zeegebied

De bijeenkomsten zijn van 15.00-20.00 uur (inclusief warme maaltijd). Cursisten krijgen een certificaat en een cursusmap. Kosten: € 225 per bijeenkomst. Bij drie of meer bijeenkomsten geldt een gereduceerd tarief. Meer informatie of inschrijven (vóór 3 oktober) kan bij Martin de Wolf (m.dewolf@fontys.nl). Voor deze nascholing geldt een minimum aantal deelnemers.



Lerarenopleiding Tilburg