

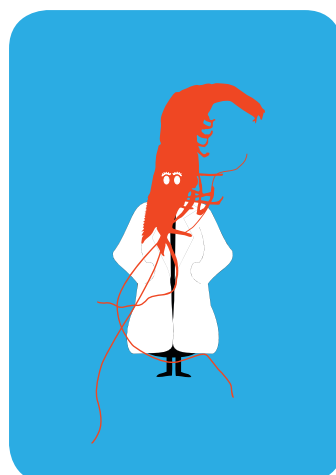
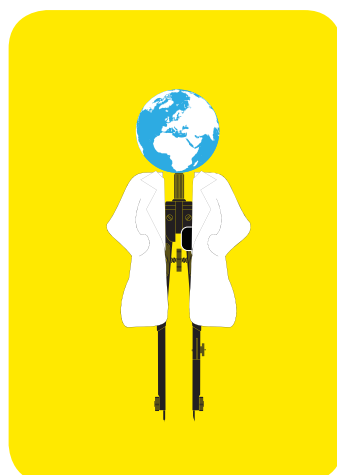
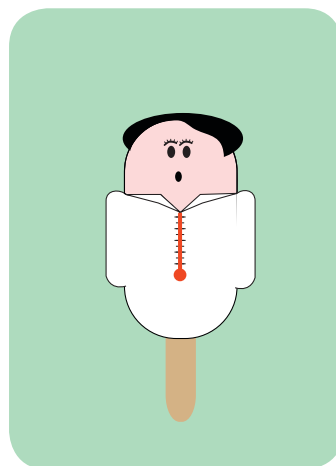


PEDAGOGISCH DOSSIER

AARDRIJKSKUNDE, BIOLOGIE, GESCHIEDENIS, FYSICA, CHEMIE, MENSWETENSCHAPPEN

WETENSCHAP IN DE POOLGEBIEDEN: TWEЕ UNIEKE WETENSCHAPPELIJKE LABORATORIA

→ WETENSCHAPPEN, ONTDEKKINGSREIZIGERS, ARCTICA, ANTARCTICA



THEORETISCH GEDEELTE

Poolwetenschappers verzamelen wetenschappelijke gegevens in en over het Arctisch (noord) en Antarctisch (zuid) poolgebied. Deze gebieden zijn weliswaar zeer afgelegen en vrij onherbergzaam voor de mens, maar toch heeft het zijn nut om verschillende aspecten van de poolgebieden te leren kennen en te bestuderen. In eerste instantie spelen de poolgebieden immers een zeer belangrijke **rol in de regulatie van het klimaat** op globale schaal (zie het pedagogisch dossier 'Polaire Meteorologie' op www.educapoles.org/nl), en zijn de immense ijskappen van Antarctica en Groenland van die grootte-orde dat ze een belangrijke **invloed** kunnen hebben op de **stijging van de zeespiegel**, indien ze zouden afsmelten.

Omdat de poolgebieden zo'n extreem klimaat kennen en nog niet zo sterk beïnvloed zijn door de mens, bevatten zij ook een heleboel **organismen** (dieren, planten, schimmels, bacteriën, etc.) die sterk verschillen van de organismen die wij doorgaans kennen. Deze organismen hebben dikwijls speciale aanpassingen of mechanismen waarmee ze beter bestand zijn tegen bv. extreme koude, of hogere UV-radiatie. Daar kunnen wij iets van leren.

Ook bieden de poolgebieden uiterst geschikte mogelijkheden om het **klimaat in het verleden te bestuderen**, via ijsboorkernen, mariene of zoetwater- sedimentboorkernen, die belangrijke informatie over de geschiedenis van ons klimaat bevatten. De ongereptheid en de verschillen in chemische samenstelling van de atmosfeer boven de poolgebieden maakt hen ook geschikt voor **onderzoek van het heelal**.

Onder de huidige klimaatveranderingen, echter, behoren de poolgebieden tot de meest gevoelige ter wereld. In sommige gebieden is de temperatuur in de laatste 50 jaar zelfs zes keer sneller gestegen dan het globale gemiddelde. Afsmelting van ijskappen en desintegratie van ijsplaten komen momenteel regelmatig in het nieuws, en hebben belangrijke gevolgen voor het klimaat wereldwijd, en voor de organismen die in de poolgebieden leven, waarvan sommige met uitsterven bedreigd zijn. Dit maakt de poolgebieden tot '**alarmsystemen**' van de wereld, wat betreft de huidige klimaatverandering. Daarom is de interesse voor wetenschappelijk onderzoek op de noord- en zuidpool sterk toegenomen in de laatste decennia.

GESCHIEDENIS VAN POOLWETENSCHAPPEN

De geschiedenis van het poolonderzoek hangt nauw samen met de ontdekkingen van de poolgebieden. De eerste poolonderzoekers waren aanvankelijk meestal **ontdekkingsreizigers** of zeehondenjagers, of zij waren wetenschapper (meestal ook arts) aan boord van een ontdekkings-expeditie. Pas aan het einde van de 19^e eeuw werden de eerste puur wetenschappelijke expedities op touw gezet (zie tijdslijn in dit dossier).

Het **type onderzoek** is in de loop der eeuwen ook sterk **veranderd**: oorspronkelijk deden wetenschappers vooral beschrijvend werk: ze brachten nieuw-ontdekt land in kaart en verzamelden fauna, flora en gesteenten om die vervolgens te beschrijven. Een typisch onderdeel van het vroege poolonderzoek was de zoektocht naar de magnetische noord- en zuidpool. Tegenwoordig spitst het onderzoek zich meer toe op de huidige klimaatveranderingen en de interacties ervan met de poolgebieden.

Omdat de studie van de poolregio's door hun afgelegen positie en onherbergzame klimaat moeilijk en zeer duur is, bundelden verschillende landen reeds in de 19^e eeuw hun krachten inzake poolonderzoek. Zo zijn er sinds 1882-1883 reeds **vier Internationale Pooljaren** georganiseerd (zie onderstaande tijdslijn), waarin vele wetenschappelijke stations (= basissen) werden gebouwd en er sterk werd samengewerkt op wetenschappelijk vlak. Dankzij deze initiatieven werden stapsgewijs steeds meer en specifiekere wetenschappelijke disciplines beoefend, en kon men steeds verder landinwaarts (Antarctica) of verder zeewaarts (Arctica) onderzoek doen.



➤ Figuur 1: logo van het Internationaal Pooljaar 2007-2008

De ondertekening van het **Antarctica Verdrag** in 1959(-1961), en het daarop volgende **Protocol van Madrid** (1991) waren belangrijke mijlpalen in de geschiedenis van het Antarctica-onderzoek en de internationale samenwerking (zie de 'tijdslijn' in dit dossier, en zie de educatieve fiche 'Geopolitiek statuut van Arctica en Antarctica' die op www.educapoles.org/nl zal verschijnen eind 2010, voor meer informatie).

ARCTICA VERSUS ANTARCTICA

Het onderzoek in Arctica verliep in de loop der eeuwen anders dan in Antarctica. Dit heeft te maken met het feit dat Antarctica door een oceaan geïsoleerd is van onze gebieden, terwijl dat in Arctica niet zo is. Het **noordpoolgebied** is dan ook reeds lang **bewoond** door lokale bevolkingsgroepen zoals de Inuit en de Saami (zie het pedagogisch dossier 'de mens in de poolgebieden' op www.educapoles.org/nl). Ook gingen de eerste Europese ontdekkingsreizigers al in de 16^e eeuw richting noorden, terwijl ze pas twee eeuwen later naar Antarctica trokken.

De aanwezigheid van permanente bewoners verklaart waarom er in Arctica ook **linguistisch en etnografisch** onderzoek wordt gedaan, terwijl dat in Antarctica niet het geval is.

Ook de **nationaliteiten** van de wetenschappelijke **basissen** verschillen: in het noordpoolgebied hebben alle naties die de Noordelijke IJszee omringen één of meerdere basissen. Dit geldt vooral voor **Amerika** en de **USSR**, die tijdens de Koude Oorlog ook wedijverden inzake onderzoek en de bouw van basissen in Arctica.

In Antarctica werden basissen aanvankelijk vooral aan de kust gebouwd, maar er zijn er ook in het binnenland. Op de geografische zuidpool bevindt zich de Amundsen-Scott basis (VS). Andere gekende stations zijn die van McMurdo (VS) en Vostok (Rusland).

TIJDSLIJN VAN HET POOLONDERZOEK

- **1733-41**: Grote expeditie naar Kamchatka o.l.v. Vitus J. Bering. De bioloog en fysicus Georg W. Steller is mee aan boord.
- **1772-73**: James Cook steekt voor het eerst de **zuidpoolcirkel** (66.5°S) over. Aan boord is o.a. W. Anderson die vooral planten uit subantarctische eilanden verzamelt en beschrijft.
- **1831**: Ontdekking van de **magnetische noordpool** (James C. Ross).
- **1839-43**: Expeditie o.l.v. J.C. Ross die voor het eerst de **contouren van Antarctica in kaart** brengt.
- **1882-83**: **Eerste Internationaal Pooljaar**: internationaal gecoördineerde wetenschappelijke exploraties + bouw van 12 wetenschappelijke stations in Arctica en 2 stations in Antarctica. Het onderzoek is vooral gefocust op meteorologie, geofysica (geomagnetisme) en astronomie.
- **1897-99**: Internationale wetenschappelijke expeditie naar Antarctica aan boord van de **Belgica**, o.l.v. Adrien de Gerlache. Voor het eerst wordt (ongewild) in Antarctica **overwinterd**.
- **1910-13**: De Brit Robert F. Scott vindt fossielen van de varen **Glossopteris** in Antarctica; een belangrijke ontdekking in de studie van de continentendrift, die aantoont dat Antarctica ooit deel was van Gondwana.
- **1911-12**: De Noor Roald Amundsen, gevolgd door R.F. Scott in 1912, bereikt als eerste het zuidpoolpunt.
- **1932-33**: **Tweede Internationaal Pooljaar**: georganiseerd door Wereld Meteorologische Organisatie (WMO). Bouw van 40 stations in het Arctische vasteland, 1 (meteorologisch) station in het binnenland van Antarctica.
- **1957-58**: **Internationaal Geofysisch Jaar**, tevens het **Derde Internationaal Pooljaar**. Start van de bouw van 45 stations in Antarctica, waaronder Amundsen-Scott, Dumont d'Urville, Vostok alsook de Belgische Koning Boudewijn basis. Dankzij nieuwe technologieën is er vooruitgang in het onderzoek van de buitenste atmosferische laag, ijskappen en continentendrift.
- **1959-61**: Uit het derde pooljaar volgde de ondertekening van het Antarctica Verdrag in 1959, dat in werking ging in 1961. Deze beleidstekst vormt een juridisch kader ter bescherming van het milieu en de ondergrond van Antarctica.
- **1966**: Eerste diepe (1.39 km) ijskern uit het ijs gehaald in 'Camp Century', Groenland, waaruit een deel van de klimaatgeschiedenis kan gereconstrueerd worden
- **1971**: De **LANDSAT 1** satelliet brengt voorheen onbekende gebieden in kaart
- **1973**: Ontdekking van het **Vostok-meer** onder de ijskap van Antarctica
- **1985**: Ontdekking van het gat in de ozonlaag
- **1991**: Ondertekening Protocol van Madrid: Deze tekst vormt een uitbreiding van het Antarctica Verdrag en definieert Antarctica als een natuurreserveaat, gewijd aan vrede en wetenschap, met uitsluiting van alle mijnbouw- en militaire activiteiten, opslag van alle soorten afval tot in 2041. Momenteel hebben 48 landen de Verdragen ondertekend.
- **2000-04**: Rapport over de impact van klimaatverandering op de noordpool (ACIA)
- **2004**: Extractie van de diepe sedimentboorkern van de Arctische Oceaan, welke de voorbije 55 miljoen jaar archiveert (ACEX); Antarctische ijskern in 'Dome C' dateert tot meer dan 800 000 jaar in onze klimaatgeschiedenis (EPICA)
- **2007-09**: **Vierde Internationaal Pooljaar**: In totaal werkten duizenden wetenschappers uit meer dan 60 landen mee aan meer dan 200 wetenschappelijke projecten. In het kader van dit pooljaar werd door België het **Princess Elisabeth Antarctica** station gebouwd: de allereerste Antarctische basis die volledig op hernieuwbare energie werkt.
- **2010**: Lancering van de Europese satelliet **Cryosat-II**, die specifiek voor ijs-onderzoek ontworpen is.
- **2010**: publicatie van het rapport 'Antarctic Climate change and the Environment' (ACCE) door de Scientific Committee on Antarctic Research (**SCAR**).

DE VERSCHILLENDE POOLWETENSCHAPPEN

DE RUIMTE

Astronomen bestuderen onder andere het ontstaan en de evolutie van sterren. Doordat er (1) minder ozon in de atmosfeer is boven de polen, en doordat (2) de **troposfeer** daar vrij dun is, en (3) er zo goed als geen lichtvervuiling is in de poolgebieden, krijgen wetenschappers een helderder en nauwkeuriger beeld van de ruimte en al zijn sterren (dus ook de zon). Ook wordt er onderzoek gedaan naar **kosmische achtergrondstraling** en (micro)meteorieten die in Antarctica vallen. Doordat het 6 maand donker is op de zuidpool, kunnen de astrofysici gedurende die periode 24 uur per dag de sterren observeren. De apparatuur die hiervoor nodig is wordt tegenwoordig dikwijls vanop afstand (via satellietverbinding) bestuurd, zodat de astrofysici niet meer de hele winter lang in Antarctica moeten blijven.

DE ATMOSFEER

Meteorologie is de studie van weersomstandigheden en de voorspelling van weersveranderingen op korte termijn (enkele dagen). Deze studie is nauw verbonden met de **klimatologie**, die handelt over gemiddelde weersomstandigheden over langere periodes (30 jaar) en meestal ook grotere gebieden. Gedetailleerde informatie over het hoe en waarom van meteorologisch onderzoek in de poolgebieden is te vinden in het pedagogisch dossier "Meteorologie", dat beschikbaar is op www.educapoles.org/nl.

Er zijn twee atmosferische onderzoekstakken die vooral aan de polen zeer veel aandacht krijgen: het gat in de **stratosferische ozonlaag**, dat zich jaarlijks boven de polen ontwikkelt, en het onderzoek van de **ionosfeer**, waarin de **Aurora borealis** (Arctica) of **Aurora australis** (Antarctica) 's nachts te zien is.

DE CRYOSFEER

Glaciologie betekent 'de studie van het ijs' en omvat het onderzoek van de fysische en chemische eigenschappen van gletsjers, ijskappen, zeeijs, kortom van alles wat met ijs of sneeuw te maken heeft. Door de recente klimaatverandering is er reeds een sterke vermindering in het pakij van Arctica waargenomen, alsook de terugtrekking van gletsjers in Groenland en in het Antarctisch Schiereiland. Omdat (1) dit belangrijke gevolgen kan hebben voor het klimaat en (deels voor de) zeespiegel, en omdat (2) de interacties tussen de atmosfeer, oceaan en cryosfeer nog niet helemaal gekend zijn, is het zeer belangrijk dat er glaciologisch onderzoek wordt gedaan in de poolgebieden.

PALEOKLIMATOLOGIE

Door de huidige klimaatveranderingen is er tegenwoordig een sterke interesse in het reconstrueren van onze klimaatgeschiedenis, en dit vooral in de poolgebieden. Dit gebeurt hoofdzakelijk aan de hand van **boorkernen** die genomen worden uit de bodem van **meren** of de **oceaan** (sedimentboorkernen), of uit de **ijskappen** (ijsboorkernen). Boorkernen zijn lange, cilindervormige stukken die uit het sediment of uit het ijs geboord worden met een speciale holle boor. Ze worden in aparte stukken bovengehaald, die alles samen goed zijn voor een lengte van meters (sedimentboorkernen) tot kilometers (ijsboorkernen) lang. Ijskernen kunnen tot c. 115 000 jaar (Groenland) of tot 800 000 jaar (Antarctica, Dome-C EPICA boorkern) teruggaan. Sedimentboorkernen zijn meestal minder oud (tot bv. 10 000 of 160 000 jaar geleden) maar er zijn uitzonderingen (zie tijdslijn: 2004). De ijskernen zijn eigenlijk verharde sneeuwlagen die zich doorheen de geschiedenis opgestapeld hebben. Iedere sneeuwlaag is afgezet in een bepaalde periode, onder bepaalde omgevingscondities (bv. temperatuur, chemische samenstelling van de atmosfeer). Die condities uit het verleden kunnen we nu reconstrueren aan de hand van luchtbellen en stofdeeltjes die in het ijs gevangen zitten. Voor sedimentkernen geldt een analoog principe. We verwijzen hierbij graag naar de klasactiviteit 'Was het vroeger warmer dan nu?' in dit pedagogisch dossier.

1 Lees ook het pedagogisch dossier 'Meteorologie aan de polen' op www.educapoles.org/nl om te weten waarom de poolgebieden hierin zo belangrijk zijn.

2 Diameter doorgaans c. 5 tot 15 cm

DE AARDKORST

Geologie is de studie van de aarde. Het is een algemene term die specifiekere disciplines overkoepelt, zoals bv. sedimentologie, paleontologie (studie van vroegere planten en dieren), bodemkunde en geofysica.

Al sinds de eerste expedities naar Antarctica hebben wetenschappers gesteenten en sedimenten meegebracht om in detail te onderzoeken. Dankzij de studie van onder meer sedimenten en fossielen weten we nu dat het in Antarctica niet altijd even koud geweest is als nu, en dat Antarctica vroeger deel uitmaakte van het supercontinent **Gondwana**. Geologische kennis is ook belangrijk bij het zoeken naar fossiele brandstoffen en mineralen, ook al is de ontginning ervan voorlopig verboden in Antarctica (Protocol van Madrid). In het noordpoolgebied komen echter natuurlijke rijkdommen voor onder de zeebodem die in de toekomst steeds makkelijker toegankelijk zullen worden door het verder afsmelten van het ijs. In de **geofysica** worden fysische eigenschappen van de aarde bestudeerd om meer te weten te komen over de interne structuur van de aarde, tectonische platenbewegingen, het detecteren van potentiële olie- en minerale afzettingen, grondwater, archeologische vondsten, eigenschappen van bodems etc. Ook **geomagnetisme**, dat het magnetisch veld (en dus de magnetische noord- en zuidpool) van de aarde bestudeert, hoort hierbij. In Antarctica en Groenland wordt geofysica gebruikt om de ligging en hoogte van bergketens en meren onder de ijskappen te visualiseren.

DE OCEANEN

De studie van de oceanen en zeeën valt onder het vakgebied van **oceanografie**. Verschillende wetenschappelijke takken samen (biologie, chemie, fysica, geologie, meteorologie,...) zijn nodig om het globale oceaanstelsel ten volle te begrijpen. Oceanen spelen een belangrijke rol in de verdeling van warmte over de planeet, van de tropen naar de polen, en zijn daarom sterk gelinkt aan het klimaat (zie het pedagogisch dossier 'Meteorologie aan de polen' en de online flashanimatie 'impact van de klimaatverandering op de oceanen' op www.educapoles.org/nl).

DE BIOSFEER

Biologie verwijst letterlijk naar de 'studie van het leven'. Het tracht de structuur, functies, eigenschappen en organisatie van alle levende wezens op aarde te doorgronden. Verder is een bioloog geïnteresseerd in de relatie tussen ieder levend wezen en zijn omgeving of tussen verschillende organismen. Evolutie van het leven op aarde kent ook een belangrijke plaats binnen deze wetenschapstak. Omdat wij als mens evenzeer afhankelijk zijn van onze omgeving, is het belangrijk die interacties te bestuderen.

Biologen zijn sterk geïnteresseerd in de poolgebieden, omdat er veel organismen voorkomen die wij elders niet kennen. Veel van deze dieren en planten zijn goed aangepast om in een koude omgeving te overleven, en biologen onderzoeken de mechanismen die hen in staat stellen om dit te doen. Dit gaat van **gedragsonderzoek** tot **morfologisch (studie van de vorm)** tot **genetisch** onderzoek. In Antarctica komen er weinig dier- en bijna geen plantensoorten voor. Er zijn wel mossen en microscopisch kleine organismen zoals schimmels, algen en bacteriën.

DE MENS

Naast dieren worden ook mensen in de poolgebieden onderzocht. Vooral in Arctica, waar reeds lang mensen wonen, wordt er aan **medisch, sociaal en linguïstisch (= taalkundig)** onderzoek gedaan.

De vroegere kolonisaties, de huidige globalisering en de recente klimaatveranderingen hebben de laatste tientallen jaren gezorgd voor een verandering in levensstijl van de inheemse bevolking in het noordpoolgebied. Er wordt melding gemaakt van een verminderde gezondheid. Taalkundig onderzoek bij inheemse Arctische volkeren is bijzonder interessant, gezien zij een zeer rijke woordenschat hebben aangaande een groot aantal natuurfenomenen die voorkomen in Arctica.

In Antarctica, waar geen vaste bevolking woont, wordt vaak onderzoek gedaan op de wetenschappers zelf. Hierbij worden fysieke of psychische veranderingen tijdens hun verblijf gemonitord, alsook de impact van hun aanwezigheid op het milieu daar.

ONDERZOEKSFACILITEITEN AAN DE POLEN

WETENSCHAPPELIJKE STATIONS

Wetenschappers in de poolgebieden kunnen een deel van hun onderzoek in wetenschappelijke stations uitvoeren. Sommige basissen hebben de omvang van een kleine stad, andere bestaan slechts uit een aantal tenten en containers. De bouw van een basis is niet eenvoudig noch zonder risico: het ontwerp moet aangepast zijn aan de koude, de sterke winden en hevige sneeuwval. Het leven in polaire onderzoeksstations hangt sterk af van de locatie, de aanwezige infrastructuur en logistiek, en het seizoen. Stations die dicht bij de kust liggen, zijn makkelijker bereikbaar voor bevoorradingsschepen. Stations die in het binnenland gelegen zijn, zijn afhankelijk van luchtverkeer. De meeste wetenschappers gaan enkel tijdens het zomerseizoen naar Antarctica, gezien het in de winter extreem koud is en steeds donker (poolnacht). Sommige stations, zoals McMurdo en Vostok zijn het hele jaar door bewoond, maar andere, zoals ook het Belgische PEA station, is enkel bewoond tijdens de Antarctische zomer.



➡ Figuur 2: Het Belgische Prinses Elisabethstation op de Utsteinen nunatak, Antarctica

ONDERZOEKSSCHEPEN

Onderzoeksschepen worden ingezet voor marien onderzoek. In de poolregio's dienen schepen een stevige romp te hebben waarmee ze door het pakijns kunnen varen. Er zijn twee types schepen: 'ijsbrekers' kunnen grote afstanden afleggen door met ijs bedekte oceaan, maar ze zijn vrij onhandig in ijsvrije wateren; 'ijsversterkte' schepen kunnen daarentegen wel de ijzige wateren van de polen doorstaan, maar kunnen er bijvoorbeeld niet overwinteren. Alle schepen bevatten uiteraard ook de nodige infrastructuur om een heleboel wetenschappelijk onderzoek toe te laten op het schip, en kunnen ook als passagiersboot en bevoorradingsschip dienen. Europa bezit zo'n 30 polaire onderzoeksschepen, waarvan drie ijsbrekers (bv. de Duitse 'Polarstern'). Een van de grootste operationele 'ijsversterkte' Europese onderzoeksschepen is de Franse 'Marion Dufresne'.

WOORDENLIJST:

Aurora: Poollicht (Aurora borealis: noorderlicht, Aurora australis: zuiderlicht). Oplichtende kleuren die 's nachts te zien zijn aan de hemel, op hoge breedtegraden.

Gondwana: Continent dat zich ongeveer 200 miljoen jaar geleden afscheurde van het supercontinent 'Pangaea' en bestond tot ongeveer 135 miljoen jaar geleden (laat Jura). Dit 'supercontinent' was samengesteld uit wat nu Afrika, Zuid-Amerika, Antarctica, India en Oceanië is. Dit continent lag in de zuidelijke hemisfeer en kende een mild klimaat en een rijke flora en fauna.

Ionosfeer: laag in de atmosfeer tussen 50 en 1000 km hoogte, waarin moleculen worden omgevormd tot ionen en elektronen, door foto-ionisatie bij inval van straling van de zon (ultraviolette straling, X-stralen, zonnedeeltjes) en kosmische straling.

Kosmische achtergrondstraling: Microgolfstraling aanwezig in het heelal. De theorie van de oerknal zou deze straling kunnen verklaren; het heelal zou aanvankelijk erg heet geweest zijn, maar bij het uitzetten stelselmatig afkoelen. De kosmische straling

wordt gezien als de straling van de overblijvende warmte hiervan.

Magnetische noordpool: De aarde wordt omgeven door een magnetisch veld, vermoedelijk veroorzaakt door een stroming van magnetische mineralen en elementen in de aardkern, dat de planeet beschermt tegen de geïoniseerde straling van de zon. Zoals bij een keukenmagneet heeft dit aardmagnetische veld een noord- en zuidpool. In tegenstelling tot wat we zouden verwachten, komt de magnetische noordpool ongeveer overeen met de zuidpool en andersom.

Stratosferische ozonlaag: Zone in de atmosfeer met hoge concentratie aan ozongas (O₃), die schadelijke UV stralen van de zon gedeeltelijk absorbeert. Deze zone bevindt zich in de stratosfeer: de laag in de atmosfeer tussen 8-18 en 50 km hoogte.

Troposfeer: De onderste laag van onze dampkring, waar de meeste weersverschijnselen plaatsvinden. Deze laag bestaat voornamelijk uit stikstofgas en zuurstofgas. Ze is 8 km dik aan de polen, en 18 km dik aan de evenaar.

HULPMIDDELEN:

Ontdek de flash animatie 'De poolgebieden, 2 unieke wetenschappelijke laboratoria', alsook de videofragmenten 'Wat betekent het om een wetenschapper te zijn?', 'Waarom moeten we de polen bestuderen?' en 'Waarom zijn de poolwetenschappen verbonden met de klimaatverandering?' op EducaPoles, de educatieve site van de Internationale Poolstichting. Bekijk ook zeker eens de fotogalerijen en doe de quiz over poolwetenschappen!
<http://www.educapoles.org/nl>

Bekijk ondermeer de video 'De poolwetenschappen aan het Princess Elisabeth-Station' en het fotoalbum 'De wetenschappers aan het werk' op de website van het Belgische Prinses Elisabeth Antarctica Station:

<http://www.antarcticstation.org/nl>

<http://www.sciencepoles.org> is een website van de International Polar Foundation over wetenschappelijk onderzoek aan de polen.

Een Belgische webstek over Antarctica: <http://www.hetlaatstecontinent.be>

De geschiedenis van het Internationaal Pooljaar (Engelstalige site):

<http://classic.ipy.org/development/history.htm>

De geschiedenis van het Belgisch Antarctica onderzoek:

http://www.belspo.be/belspo/bepoles/science/history_nl.stm

Er staan verdere nuttige links in de **oefeningenbundel** bij dit dossier (zie 'Andere ideeën voor activiteiten').

PRAKTISCH GEDEELTE

DE UITDAGINGEN VAN HET LEERPROCES

De belangrijkste uitdagingen van dit dossier zijn:

- de leerlingen vertrouwd maken met de waaier aan wetenschappelijke activiteiten die worden uitgevoerd op de poolgebieden, en hen overtuigen van het belang van deze activiteiten
- leerlingen bewust maken van het belang van de polen voor zowel ons klimaat, de zeespiegel, en voor onze kennis over de wereld
- leerlingen een wetenschappelijke houding aanleren en daarbij openheid, nieuwsgierigheid, kritisch denken, creativiteit en communicatief vermogen stimuleren; duidelijk maken dat wetenschap helpt om kennis op te bouwen over onze leefwereld

DE ACTIVITEITEN VAN DIT DOSSIER

1) WORD LATER POOLWETENSCHAPPER. JA HOOR, MAAR WELKE?

Doelgroep	<12 jaar	Duur	1 uur voor de oefening, eventueel uit te breiden tot project
Doel	in beeldvorm aantonen wat een wetenschappelijk onderzoek allemaal inhoudt		

Afhankelijk van de voorkennis over wetenschappelijke disciplines en natuurwetenschappelijke schoolvakken, wordt een eerste link gelegd naar de toekomst van de leerling: welk wetenschappelijk beroep wil de leerling later uitoefenen en welk vakgebied zal die dan studeren? Laat je bovendien helpen door de vacatureberichtjes op p. 12 van het CZE oefeningenboekje, gratis downloadbaar vanaf www.educapoles.org. Uiteraard kan dergelijke oefening uitgebreid worden van wetenschapper, tot elektricien, tot bouwvakker, tot technisch tekenaar of ingenieur, fotograaf, schrijnwerker, ... In polaire onderzoeksstations en op ijsbrekers heeft men immers ook nood aan dergelijke deskundigen. Als voorbereiding: surf naar www.antarctistation.org en lees de interviews met de diverse mensen die reeds aan of in het Princess Elisabeth Antarctica-station gewerkt hebben.

Correcte antwoorden bij de oefening: I c 5; II e 1+2+3+5; III a 2+4+6; IV b 2 +5; V d 1

2) WAS HET VROEGER WARMER DAN NU?

Doelgroep	12-15 jaar	Duur	30-50 minuten
Doel	Leren hoe je klimaatveranderingen uit het verleden kan reconstrueren aan de hand van sedimentboorkernen, zoals wetenschappers dat ook doen. Berekenen van het gewogen gemiddelde.		

In deze activiteit leren leerlingen hoe ze het vroegere klimaat kunnen reconstrueren aan de hand van microscopisch kleine fossielen (micro-organismen) die aanwezig zijn op de bodems van meren en zeeën. De studie van het vroegere klimaat heet paleoklimatologie. Wanneer dat gebeurt op basis van meersedimenten heet dat paleolimnologie, en bij zeebodemsedimenten is dat paleo-oceanografie.

Deel je leerlingen op in groepjes van twee of meer studenten. Geef aan ieder groepje een kaasdoosje, waarin 20 kralen (of andere gekleurde objecten) liggen. De kralen stellen fossiele micro-organismen voor (zoals bv. diatomeeën) en kunnen de volgende 4 kleuren hebben: rood, geel, groen, blauw. Schrijf op ieder doosje een

volgnummer (= staalnummer) en een ouderdom (bv. 100 jaar BP, 200 jaar BP, 300 jaar BP etc.; BP staat voor 'Before Present', bij conventie is dat het aantal jaar vóór 1950 na Christus). Zorg ervoor dat je, bij het verdelen van de kralen in de doosjes, telkens een verschillende verhouding van kleuren hebt. Zo kan je in de 'jongste' 5 doosjes bijvoorbeeld meer rode kralen leggen, en in oudere stalen meer groene of blauwe kralen.

Laat de leerlingen de opdrachten uitvoeren die op de leerlingenfiche staan.

Deze activiteit kan uitgebreid worden door de leerlingen te laten informatie opzoeken op het internet over klimaatveranderingen, diatomeeën en pollen.

3) ROME IS OOK NIET IN ÉÉN DAG GEBOUWD

Doelgroep	12-18 jaar	Duur	1 uur (deels afhankelijk van de gekozen experimenten)
Doel	De stappen doorlopen die nodig zijn bij een wetenschappelijk onderzoek.		

Verdeel je klas in groepen leerlingen. Iedere groep moet een hypothese voorop stellen die getest zal worden aan de hand van een klas-experiment in relatie tot de poolgebieden, en conform de regels van de wetenschap. De leerlingen moeten het gekozen experiment presenteren aan de klas en/of een labo-rapport erover neerschrijven, en een powerpoint-presentatie of een poster (= 8 of 16 A4 bladen aan elkaar) maken. De leerlingen moeten hun experimenten zelf uitvinden, maar voor geval van nood geven wij alvast een aantal nuttige links:

- Op de website Educapoles staan een aantal experimenten die in de klas kunnen uitgevoerd worden (Franstalige site: http://www.educapoles.org/fr/education_material/teaching_dossier_detail/experiences_realiser/)
- De franstalige website 'Wikidébrouillards' (<http://www.wikidebrouillard.org/index.php/Accueil>).
- Het Polar Resources Book is momenteel te koop (<http://www.pearsoned.co.uk/Bookshop/detail.asp?item=100000000391207>)

Ideeën voor hypothesen en topics:

- Hebben het smelten van de ijskappen en het smelten van het pakijns eenzelfde effect op het stijgen van de zeespiegel?
- Heeft de opwarming van de oceanen een effect op de globale zeespiegelstijging?
- Niet alle soorten oppervlakte (of ondergrond) reflecteren of absorberen het licht op eenzelfde manier.
- Is het soortelijk gewicht van ijs groter of kleiner dan dat van water?
- Is koud water denser dan warm water? Is zout water denser dan zoet water? (experimenten die hiermee verband houden laten toe iets te leren over de thermohaliene circulatie, zie: http://www.educapoles.org/nl/multimedia/animation_detail/impact_van_de_klimaatverandering_op_de_oceanen/)
- Broeikasgassen warmen de aarde op.

ANDERE IDEEËN VOOR ACTIVITEITEN

De activiteit "Word later poolwetenschapper" kan uitgebreid en aangepast worden aan oudere leeftijdsgroepen:

1. Ga in je buurt op zoek naar een wetenschapper en probeer de verschillende stappen van een wetenschappelijk onderzoek te doorgronden. Vergeet de volgende kernwoorden niet: hypothese, voorbereiding materiaal en methode, dataverzameling in het labo of in het veld, dataverwerking, besluitvorming. De volgende flashanimatie kan je zeker van nut zijn: http://www.educapoles.org/nl/multimedia/animation_detail/de_poolgebieden_twee_unieke_wetenschappelijke_laboratoria/
2. Bestudeer het wetenschappelijk werk van een polaire onderzoeker.



Enkele nuttige links:

Science Connection:

http://www.belspo.be/belspo/scienceconnection/index_nl.stm

Belspo publicatie "België en Antarctica, Ontdekking, Wetenschap en Leefmilieu":

http://www.belgium.be/nl/publicaties/publ_belgie_en_antarctica.jsp

Blogs van poolwetenschappers:

<http://pooljaar.nl/>

<http://belatmos.blogspot.com/>

<http://www.poolwijs.ugent.be/>

<http://www.naardezuidpool.ugent.be/>

SciencePoles: <http://www.sciencepoles.org>

SCAR is de drijvende kracht achter het wetenschappelijk zuidpoolonderzoek:

<http://www.scar.org/researchgroups/>

De Arctic Council coördineert het noordpoolonderzoek:

http://arctic-council.org/section/working_groups

Internationaal Pooljaar 2007-2008:

www.ipy.org

Het grootste wetenschappelijke congres van het Internationaal Pooljaar in Oslo:

<http://ipy-osc.no>

WORD LATER POOLWETENSCHAPPER

Ooit gehoord over poolwetenschappen? Er zijn er superveel! En ze zijn allemaal heel aantrekkelijk en één voor één bijzonder interessant. Heel wat vakken die je later op school zult leren, komen wel ergens aan bod als je poolwetenschapper wilt worden. Misschien kan je nu al eventjes nadenken of dit beroep jou later zou interesseren.

OPDRACHT:

Probeer te achterhalen wat men bestudeert in elke wetenschap en welk schoolvak hier aan bod komt. Hiervoor moet je naast de figuren in Bijlage 1 de juiste definitie en de bijhorende schoolvak(ken) invullen.

1. KIES DE JUISTE DEFINITIE:

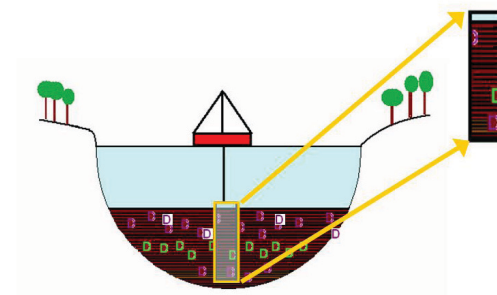
- a. ... kijkt naar de planeten, de zonnestelsels, het heelal en de sterren
- b. ... voorspelt aard- en zeebevingen en meet de seismische golven (trillingen die zich door de Aarde voortbewegen)
- c. ... bestudeert de cryosfeer: de gletsjers, zee-ijs, ijskappen en sneeuw. Klimatologen, meteorologen, hydrologen en natuurkundigen kunnen hier allemaal bijdragen.
- d. ... is de wetenschap van al wat leeft. Hier vinden plantkundigen, zoölogen, fysiologen, genetici, ecologen, ethologen, biochemici, biofysici en paleontologen hun werk.
- e. ... onderzoekt de wereldzeeën. Daaronder valt **mariene biologie** (het leven in de oceanen), de **mariene chemie** (de studie van de kringloop van **koolstof** en andere stoffen in het **zeewater**) en de **fysische oceanografie** (de **natuurkundige** eigenschappen van de oceanen, zoals zeestromen, **zeespiegelstijging**, **getijden**, **golven**, voorspellingen van tsunami's,...

2. KIES HET JUISTE VAKGEBIED (MEERDERE ANTWOORDEN ZIJN MOGELIJK):

binnen de natuurwetenschappen: (1) Biologie; (2) Fysica of Natuurkunde; (3) Chemie of Scheikunde
andere: (4) wiskunde, (5) aardwetenschappen (aardrijkskunde, geologie, bodemkunde, oceanografie, mineralogie, meteorologie), (6) astronomie

WAS HET VROEGER WARMER DAN NU?

Een paleoklimatoloog is iemand die het klimaat in het verleden bestudeert. Dit kan hij doen aan de hand van microscopisch kleine fossielen die op de bodem van zeeën (paleo-oceanografie) of van meren (paleolimnologie) liggen. Die fossielen zijn overblijfselen van micro-organismen die ooit in het water leefden, en die naar de bodem zijn gezonken nadat ze dood gingen. De bodems van meren en zeeën zijn dus bedekt door een opeenstapeling van sedimenten (korrels) en overblijfselen van organismen. Een voorbeeld hiervan zijn diatomeeën; dit zijn ééncellige algen die een sterk skelet hebben dat lang bewaard blijft. De diatomeeën die lang geleden naar de bodem gezonken zijn, liggen uiteraard bedolven onder 'jongere' lagen met sedimenten en diatomeeën.



Figuur 1 : de bodem van een meer, waar een opeenstapeling van sedimenten en fossielen ligt, en waar wetenschappers een verticale doorsnede uit nemen.

Wetenschappers gaan dan met een lange plastic buis een verticale doorsnede van de bodemsedimenten nemen (zie figuur 1). Ze kijken dan op verschillende dieptes naar welke soorten micro-organismen er aanwezig zijn. Sommige organismen zijn typisch voor een warm klimaat, andere voor een koud klimaat. De wetenschappers gaan ook de verschillende dieptes in de boorkern dateren aan de hand van bv. de C-14 methode. Zo kunnen ze weten of er vroeger warme of koude periodes geweest zijn in het meer of de zee.

DOE HET ZELF!

Je hebt van de juf/meester een doosje gekregen met parels of stickers in. Tel het aantal parels van iedere kleur, en kleur even veel vakjes in de tabel (Bijlage 2) in voor iedere kleur. Begin steeds met rood (links), dan geel, groen en blauw. De rode parels stellen diatomeeën voor die het liefst leven in temperaturen van 20°C. De gele leven liefst bij 15°C, de groene bij 10°C en de blauwe bij 5°C. Die temperaturen noemt men 'optimale temperaturen'.

Bereken nu de **gewogen gemiddelde** temperatuur: dit doe je door eerst voor iedere kleur de 'optimale temperatuur' te vermenigvuldigen met het aantal parels van die kleur die je vond. Nadien tel je al deze bewerkingen bij elkaar op, en deel je ze door het totaal aantal parels (namelijk 20). Schrijf je gewogen gemiddelde temperatuur in de kolom T (°C).

Schrijf ook de resultaten van de andere groepjes uit je klas op in de tabel. Maak dan zelf een diagram (figuur) waarbij je in de X-as de ouderdom zet (eerste kolom) en in de Y-as de gewogen gemiddelde temperatuur (T). Wat zie je? Is het klimaat veranderd in het verleden?

ROME IS OOK NIET IN ÉÉN DAG GEBOUWD

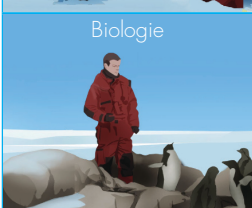
Polaire wetenschapper zijn is best leuk. Je doet bizarre experimenten of gaat op avontuurlijke expeditie in afgelegen streken, waar je veelal de strenge koude en alomtegenwoordige hevige winden trotseert. Maar wetenschap is meer dan dat alleen. Om van een idee tot een resultaat te komen, moet je een heel proces doorlopen. Hoe doe je dat concreet?

Bedenk een experiment (wees creatief!) dat verband houdt met de poolgebieden, en waarbij je op een wetenschappelijke manier te werk gaat. Werk in groepen en volg de onderstaande stappen:

1. **Stel een hypothese op:**
Formuleer, in één of twee zinnen, een hypothese (feit, gegeven) die je zou willen nagaan, of een vraag waarop je een antwoord wil zoeken.
2. **Maak een experimentele opstelling:**
Maak een lijst van het benodigde materiaal, en leg alle stappen van je activiteit uit aan de hand van schema's, illustraties en/of foto's.
3. **Schrijf je metingen/observaties neer:**
Indien van toepassing, vat dan je resultaten samen onder de vorm van tabellen of grafieken.
4. **Analyseer je resultaten:**
Haal meer informatie uit je grafieken of resultaten, bespreek dit met je klasgenoten, en link je resultaten met een bestaande theorie, indien mogelijk. Formuleer een antwoord op je oorspronkelijke vraag of hypothese. Kan je je hypothese bevestigen of verwerpen?
5. **Formuleer een besluit:**
Benadruk je voornaamste resultaat (wat je hebt bewezen of beantwoord) in twee of drie zinnen.
6. **Rapporteer:**
Wetenschappers rapporteren doorgaans hun werk op drie verschillende manieren: ze schrijven een wetenschappelijk artikel in een tijdschrift, ze geven een mondelinge presentatie voor andere wetenschappers, of ze maken een wetenschappelijke poster tijdens een congres, waar ze over discussiëren met collega's die de poster komen lezen. Kies één van deze drie manieren van presenteren om jouw resultaten voor te stellen aan je klas en leerkracht.



BIJLAGE 1

Wetenschappelijke tak	Definitie	Vakgebied(en)
 Glaciologie		
 Oceanografie		
 Astronomie		
 Seismologie		
 Biologie		

BIJLAGE 2

[illegible]