

POLAR QUEST



2010-12

MODULE 02

BELATMOS PROJECT

METEOROLOGIE

OZON

AEROSOLEN

ZWARTE KOOLSTOFDEELTJES



Meteoroloog Alexander Mangold aan het werk op Antarctica. © International Polar Foundation

WAT IS HET BELATMOS PROJECT?

BELATMOS is een meteorologisch onderzoeksproject aan het Princess Elisabeth Antarctica-station (PEA) dat door BELSPO wordt gefinancierd. Tijdens de BELARE-expeditie van 2011-2012 was meteoroloog Dr. Alexander Mangold van het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België er aan de slag. Er zijn nog wetenschappers van twee andere instituten betrokken in het project. Bekijk de foto's om een idee te krijgen van zijn veldwerk.

Het doel van het onderzoek is het bestuderen van de atmosferische samenstelling in de nabijheid van het PEA-station, waarbij de focus ligt op ozon en aërosolen.

Ozon is een sporegas dat vooral aanwezig is in de 'ozonlaag', een laag in de stratosfeer op ongeveer 20 tot 30 km hoogte. De ozonlaag vermindert de hoeveelheid schadelijk UV-licht dat ons bereikt en kan beschadigen. Op Antarctica is er nog steeds een jaarlijks weerkerend 'ozongat', ondanks het feit dat er al 20 jaar geen CFKs (chloorfluorkoolwaterstoffen) meer uitgestoten worden. Sedert 2011 maakt PEA deel uit van een netwerk van stations die de Antarctische ozonconcentraties monitoren. Daarnaast komt er ook ozon voor in de troposfeer. De uitstoot van stikstofoxiden en vluchtige organische stoffen geeft onder invloed van zonlicht aanleiding tot de vorming van ozon. Troposferisch ozon heeft een negatieve impact op de gezondheid van mens en dier en op de vegetatie. Zie infografiek in bijlage 2.1.

Aërosolen zijn microscopisch kleine vaste of vloeibare deeltjes, zoals zwaveloxiden, roet en vulkaanstof, die in de atmosfeer zweven. Zij zijn te klein om door de zwaartekracht uit de atmosfeer verwijderd te worden en verspreiden zich zoals een gas. De deeltjes zijn in de orde van 0.01-1 μm groot en verschillen in oorsprong, grootte, samenstelling en in de duur waarin ze in de atmosfeer verblijven. Ze zijn schadelijk voor onze gezondheid maar bovendien beïnvloeden ze ook het globale klimaat. Hun invloed op het klimaat is complex, ze hebben zowel een effect op de zonnestraling als op de wolkenvorming.

Metingen op Antarctica zijn cruciaal voor het bepalen van de globale achtergrondconcentraties, en om een beter beeld te krijgen van hoe aërosolen over de wereld getransporteerd worden, ze kunnen namelijk over duizenden kilometers getransporteerd worden. Zie infografiek in bijlage 2.2.

HOE VERLIEP HET ONDERZOEK?

Bij aankomst in Antarctica werd er eerst een check-up en onderhoud van de reeds geïnstalleerde instrumenten gedaan. Daarna werden er nieuwe instrumenten geplaatst. De verzamelde meetgegevens werden opgeslagen en eens terug in België geanalyseerd. Op het einde van het seizoen werden enkele instrumenten winterklaar gemaakt, zodat ze tijdens de winter, wanneer er niemand aanwezig is in het station, gegevens blijven verzamelen. Indien het toestel diende gekalibreerd of aangepast te worden, werd het afgebroken en meegenomen naar België.

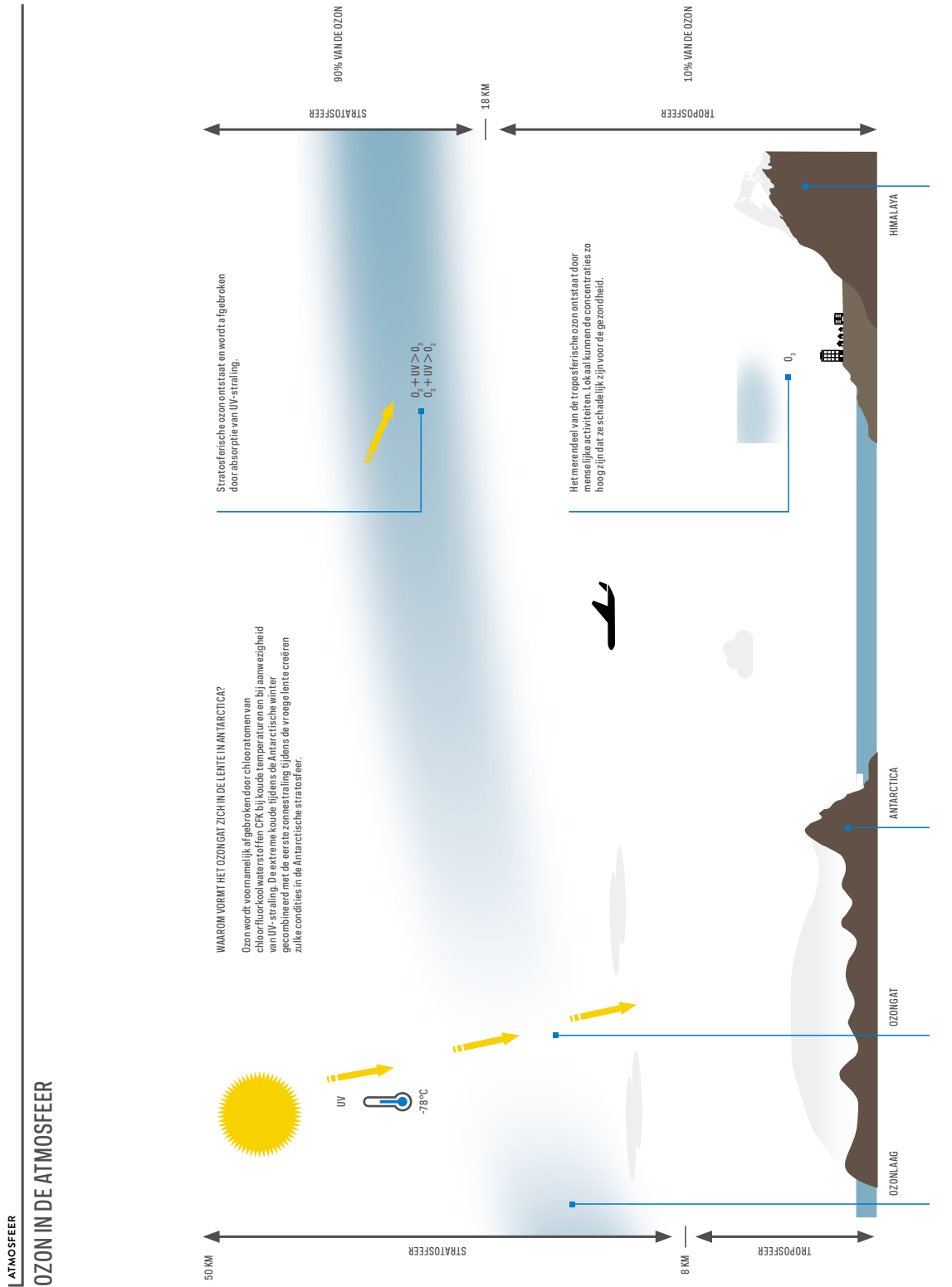
Project: BELATMOS

Onderzoeksinstituten:
Koninklijk Meteorologisch Instituut van België
Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie
Universiteit Gent

BIJLAGE 2.1

BELATMOS

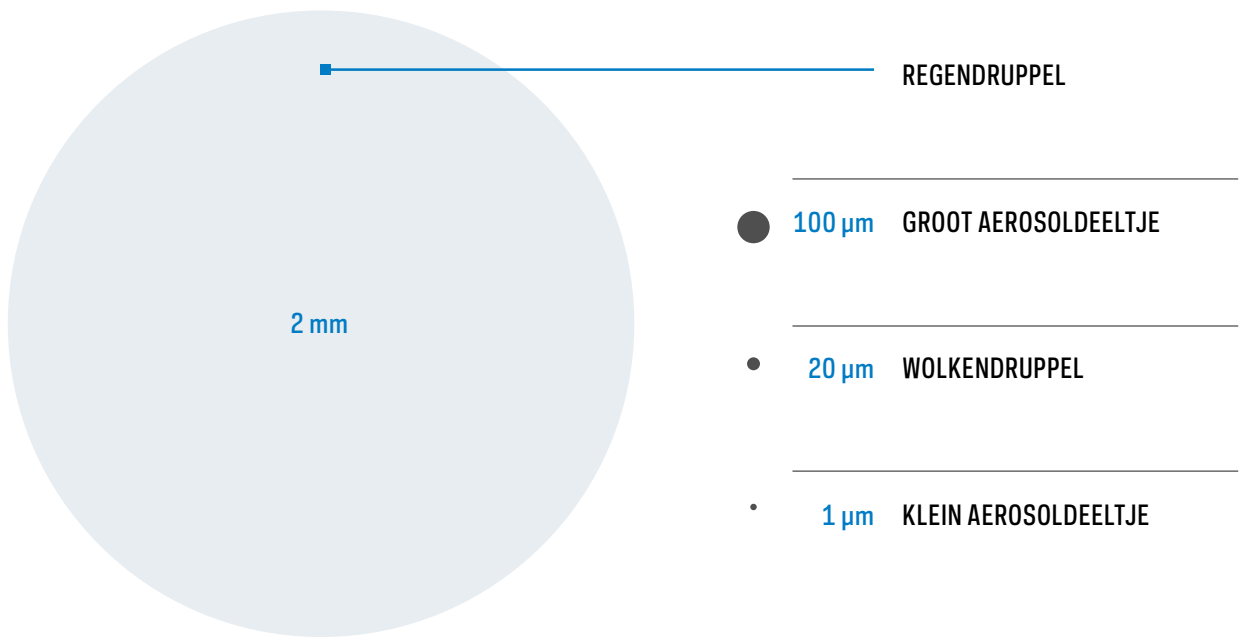
OZON



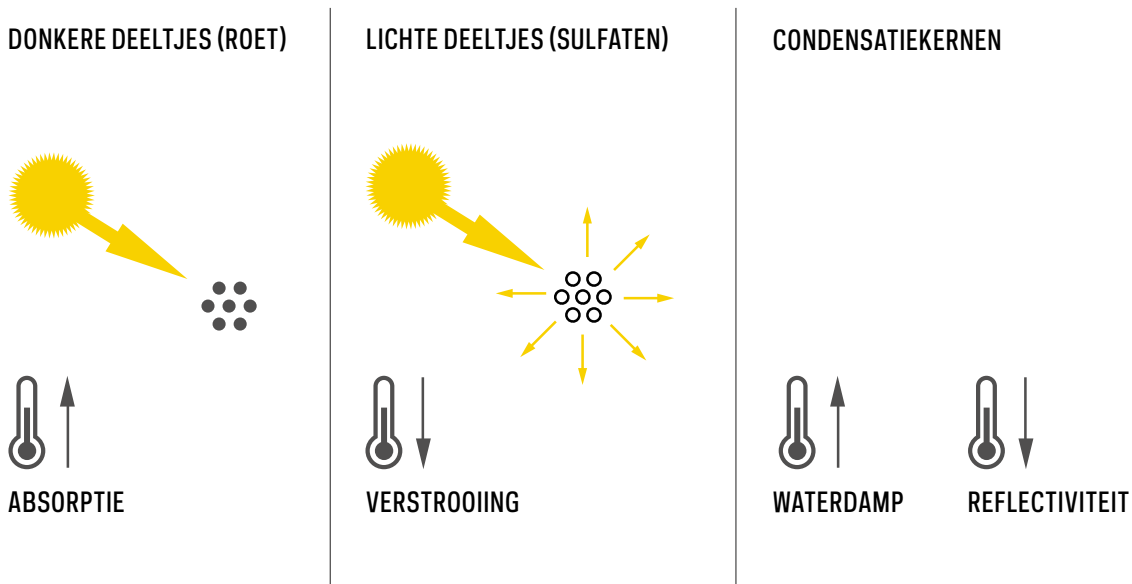
BELATMOS

AEROSOLEN

GROOTTE VAN AEROSOLDEELTJES



AEROSOLEN EN HET KLIMAAT



BIJLAGE 2.3

BELATMOS

METEOROLOGOOG IN ANTARCTICA, IETS VOOR JOU?



DR. ALEXANDER MANGOLD

Meteoroloog

Onderzoeker

Koninklijk Meteorologisch Instituut van België
(KMI), onderzoeksgroep ozon/UV/aërosol.

Duitser

VANWAAR JE INTERESSE VOOR METEOROLOGIE?

Meteorologie gaat over iets waarmee we iedere dag geconfronteerd worden, bovendien bepalen vele meteorologische processen sterk ons leven. Daarover meer te weten komen, maakt mijn leven rijker en interessanter. Het is ook leuk om (tenminste af en toe) buiten te kunnen werken.

WAT ZIJN DE EIGENSCHAPPEN VAN EEN GOEDE METEOROLOGOOG?

Je moet nieuwsgierig zijn om dingen te willen begrijpen, nauwkeurig zijn, gegevens goed en snel kunnen interpreteren en verbanden kunnen leggen. Cijfers en formules moeten je vriend zijn en je moet interesse hebben in de omgeving waarin je leeft.

WAAROM HEB JE GEKOZEN OM ONDERZOEK IN ANTARCTICA TE DOEN?

Het is een zeer uitzonderlijke plek en een uitdaging om daar onderzoek naar de atmosferische compositie en dynamica te doen. Toen BELSPO in aanloop van de constructie van de poolbasis een projectoproep voor onderzoeksvorstellen publiceerde, hebben we meegedongen. En het is gelukt!

HOE ZIET EEN DAG VELDWERK AAN HET PRINCESS ELISABETH ANTARCTICA-STATION ERUIT?

- 7.00u: opstaan
- tot 8.00u: ontbijt
- 8.00u - 13.00u: werken aan de instrumenten
- 13.00u - 14.30u middagpauze
- 14.30u - 20.30u: werken aan de instrumenten
- 20.30u - 22.00u: avondeten
- 22.00u - 24.00u: tijd voor jezelf en/of checken van de instrumenten

'Mijn' instrumenten zijn op het dak van het station geïnstalleerd en in de zuidelijke container dichtbij het station, niet ver dus. Het werk aan instrumenten omvat: de installatie en de vervanging van onderdelen, het checken of alles goed functioneert (filters, buizen, pompen, hoeveelheid luchtstroom, temperatuur, vochtigheid,...), het controleren of de data zin maken, het uitvoeren van verschillende tests om een goede werking te garanderen (luchtstroom, dichtheid, geen lekken, calibraties), het

BIJLAGE 2.3

BELATMOS

uitvoeren van een voorlopige data-analyse. Het is nodig om laat in de avond nog een check van de instrumenten te doen omdat er b.v. 's avonds vaak belangrijke automatische controles worden uitgevoerd en je wil zien of deze goed verlopen zijn, of je hebt 's morgens een test of experiment opgestart en je wil nagaan of het nog goed loopt.

Bijkomend voerde ik veldwerk uit voor het HYDRANT-project, een meteorologisch onderzoeksproject van de Katholieke Universiteit Leuven, gefinancierd door BELSPO. Het doel van het onderzoek is het bestuderen van het atmosferisch gedeelte van de watercyclus (de uitwisseling van water tussen lucht, land en zee) in Oost-Antarctica. Enerzijds moest ik twee keer per seizoen de datalogger van het automatische weerstation, die op 400 m van het station ligt, controleren. Dit hield in het uitlezen van de data en nagaan of de data zin maakten. Anderzijds moest ik sneeuwprofielen graven op zo'n 2 tot 4 km van het station. De put, van zo'n 1 m op 1.5 m, was 1 tot 1.5 meter diep. Het uitgraven duurde ongeveer een halve dag. Het doel is om de eigenschappen van de verschillende lagen sneeuw/ijs te bepalen, om zo de accumulatie beter te kunnen beschrijven.

HOE ZIET EEN WERKDAG IN BELGIË ERUIT?

Er is geen vaste routine. Er zijn altijd verschillende zaken te doen, afhankelijk van wat actueel of prioritair is:

- check van de instrumenten en binnenkomende data
- analyse van de data
- voorbereiding presentaties, conferenties
- vergaderingen met collega's en projectpartners
- opmaken van rapporten
- opmaken van voorstellen
- onderhoud van instrumenten
- de nodige administratie doen om vervangonderdelen of instrumenten te bestellen
- opmaken en opvolgen van bestekken voor openbare aanbestedingen (aankoop van instrumenten)
- schrijven van publicaties
- ...

WELKE STUDIERICHTING HEB JE GEVOLGD IN HET SECUNDAIR?

Deze vraag kan ik niet direct beantwoorden aangezien ik school gelopen heb in het Duitse schoolsysteem, welke verschilt van de onderwijssystemen in België. Je zit namelijk minder vast aan één studierichting. T.e.m. klas 10 was ik op een 'Realschule', waar je een brede schoolopleiding krijgt. Er is geen onderverdeling in BSO, TSO en ASO. Daarna ging ik (klas 11 tot 13) naar een economisch gymnasium. Een eindexamen van een gymnasium geeft recht om naar de universiteit te gaan. Als je twee vreemde talen hebt geleerd, mag je alle richtingen kiezen. Indien je bovenop nog Latijn hebt gehad, kan je ook kiezen voor de daarmee verbonden studierichtingen.

BIJLAGE 2.3

BELATMOS

WELKE HOGERE STUDIES HEB JE GEDAAN?

Ik heb voor 'Geo-ecologie' gekozen. Deze studie omvatte alle compartimenten van het eco-systeem: geologie, pedologie, hydrologie, planten en mineralen, biogeochemie, heel veel scheikunde (organische, anorganische, fysieke, biochemie, toxicologie), fysica, atmosfeer (meteorologie en klimatologie). Na het behalen van je voor-diploma, moest je je specialiseren. Ik koos voor de optie pedologie/fysica van de bodem/biogeochemie/atmosfeer. Gedurende mijn studies is mijn interesse meer en meer verschoven naar de atmosfeer. Mijn scriptie (thesis) was dan ook over de uitwisselingsprocessen van waterdamp en CO₂ van een bos.

HOE VERLIEP JE LOOPBAAN ALS WETENSCHAPPER TOT NU TOE?

Nadat ik mijn diploma gehaald had, heb ik een jaar als wetenschappelijk assistent aan een instituut van mijn universiteit gewerkt op een project over uitwisselingsprocessen van stikstof en ozon van een bos. Er kwam heel wat atmosferische chemie en fysica aan te pas. Daarna ben ik naar een onderzoekscentrum in Jülich (nabij Aken) getrokken, om een doctoraat te doen rond de invloed van verschillende aërosoldeeltjes op de formatie van ijswolken. Na mijn doctoraat heb ik nog een half jaar gewerkt op het instituut in Jülich en ben dan om privéredenen naar Brussel verhuisd en heb daar naar een job gezocht. Het KMI had een open positie en mijn profiel paste. Sindsdien werk ik als contractueel wetenschappelijk assistent op projecten op het KMI. Dit houdt in dat je moet proberen om projecten binnen te halen om zo verder onderzoek te kunnen doen. Het eerste project was een Europees project over globale aërosolmodellering en validatie, en nu is er het Antarctica-project.

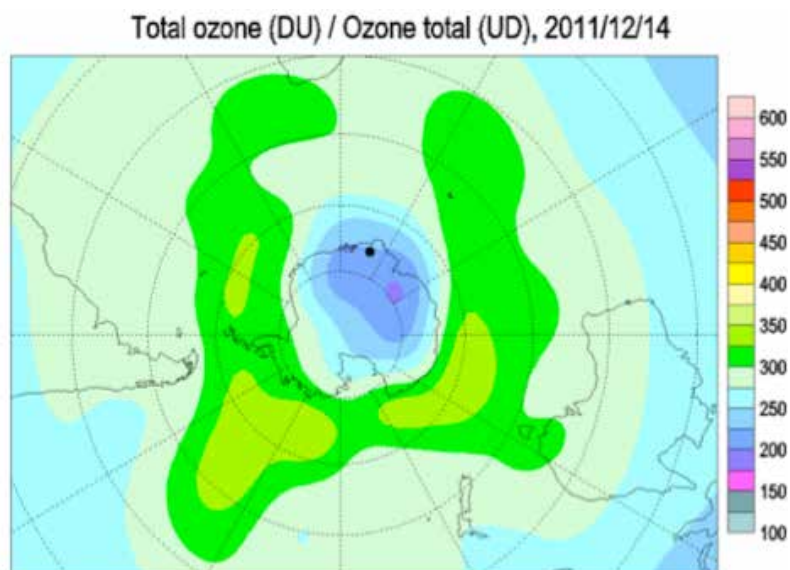
WERKBLAD 2.1

BELATMOS

OZON & UV-INDEX

Meteoroloog Alexander Mangold heeft een Brewer-ozonspectrofotometer op het dak van het Princess Elisabeth-station (PEA) geïnstalleerd. Dit toestel bepaalt de totale hoeveelheid ozon in de atmosferische kolom en meet de spectrale UV-straling. Eens terug in België analyseert hij de onderzoeksdata. Ga nu zelf aan de slag als wetenschapper en analyseer de gegevens van de BELARE-expeditie 2011-2012 en deze van 2012-2013.

- Maak een grafiek van de totale ozonconcentratie i.f.v. de tijd en van de UV-index i.f.v. de tijd. Doe dit voor de data van beide expedities.
- Beschrijf voor beide expedities hoe de totale ozonconcentratie varieert in de tijd.
- Hoe verklaar je de lage waarden op 13, 14 & 15 december 2011? Bekijk ook onderstaande kaart die gemaakt werd door de interpolatie van gemeten ozonconcentraties wereldwijd op 14/12/2011, waaraan ook de metingen aan het PEA-station bijdragen. PEA is aangegeven met een zwarte stip op de kaart. Komen deze ook het jaar erop voor? Verklaar.



World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre (WOUDC).

- Beschrijf de UV-index en de -intensiteit op deze dagen. Verklaar.
- Beschrijf voor beide expedities hoe de UV-index en de -intensiteit varieert in de tijd. Verklaar.
- Wat moet je doen om je te beschermen tegen dergelijke UV-waarden?
- Wanneer wordt in België de hoogste UV-instraling gemeten?

ZWARTE KOOLSTOFDEELTJES

Meteoroloog Alexander Mangold heeft een aethalometer in de zuidelijke container nabij het Princess Elisabeth Antarctica-station geïnstalleerd.

1 Ontdek in het filmpje 'Aethalometer' (video 2) welke data wetenschappers verzamelen met dit toestel.

- Waarvoor gebruiken wetenschappers een aethalometer?
- Hoe werkt dit meetinstrument?
- Wat zijn de bronnen van zwarte koolstofdeeltjes?

2 Ga nu zelf aan de slag als wetenschapper en analyseer de gegevens van de BELARE-expeditie 2013-2014 (1 t.e.m. 20 januari 2014) en vergelijk ze met de aethalometer data van Ukkel voor dezelfde periode.

- Maak een grafiek van de concentratie aan zwarte koolstofdeeltjes i.f.v. de tijd voor Ukkel. Gebruik hiervoor de data gemeten bij een golflengte van 660 nm, aangezien rond deze golflengte de absorptie van zwarte koolstof het hoogst is. Doe dit voor de hele periode, maar bekijk ook eens de data voor afzonderlijke dagen of enkele dagen op een rij.
- Beschrijf hoe de concentratie over het algemeen evolueert gedurende een dag. Wanneer worden meestal de maxima waargenomen? Hoe komt dit?
- Er kunnen ook zeer hoge maxima waargenomen worden. Wanneer? Wat zouden de mogelijke oorzaken van deze maxima kunnen zijn? Bekijk ook de meteorologische gegevens voor deze dagen op:

<http://www.meteobelgie.be/artikelen/82-jaar-2014-/1590-waarnemingen-jan-2014.html>

- Maak een grafiek van de concentratie aan zwarte koolstofdeeltjes i.f.v. de tijd voor Utsteinen (het station). Gebruik opnieuw de data gemeten bij een golflengte van 660 nm. Verwerp eerst alle concentraties $< -5 \text{ ng/m}^3$, dit zijn meetfouten. De waarden tussen 0 en -5 ng/m^3 mogen wel in rekening gebracht worden. Zij worden veroorzaakt doordat er gemeten wordt tegen de detectielimiet aan.
- Beschrijf hoe de concentratie aan zwarte koolstofdeeltjes evolueert i.f.v. de tijd. Hoe groot zijn de maxima? Wat zouden de mogelijke oorzaken van deze maxima kunnen zijn?
- Waarom meten wetenschappers de concentratie aan zwarte koolstofdeeltjes in Antarctica?
- Is de impact van zwarte koolstofdeeltjes een regionaal of een wereldwijd probleem? Leg je redenering uit.
- Welke acties kunnen ondernomen worden om de hoeveelheid aan zwarte koolstofdeeltjes te verminderen?

HANDLEIDING 2

BELATMOS

ACHTERGRONDINFORMATIE

Aërosolen zijn kleine vaste of vloeibare deeltjes gesuspendeerd in de atmosfeer. Ze verschillen in oorsprong, grootte, samenstelling en in de duur waarin ze in de atmosfeer verblijven. Ze zijn schadelijk voor onze gezondheid maar bovendien beïnvloeden ze ook het globale klimaat, door hun effect op de zonnestraling en wolkenvorming. Metingen op Antarctica zijn cruciaal voor het bepalen van de globale achtergrondconcentraties, en om een beter beeld te krijgen van hoe aerosolen over de wereld getransporteerd worden. Er zijn verscheidene instrumenten geïnstalleerd op Princess Elisabeth Antarctica.

Zwarte koolstof (black carbon; BC) vormt een fractie van PM10 en bestaat voornamelijk uit roetdeeltjes. Roetdeeltjes hebben typisch een grootte van ongeveer 300 nm (= 0,3 μm = 0,0003 mm).

EXTRA INFORMATIEBRONNEN:

Projectpagina van het BELATMOS-project:

<http://ozone.meteo.be/meteo/view/en/1550481-BELATMOS.html>

Blog van Alexander Mangold:

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

Pedagogisch dossier 'Meteorologie aan de polen' van de International Polar Foundation:

http://www.educapoles.org/nl/education_material/teaching_dossier_detail/polar_quest_meteorologie_aan_de_polen/

Live UV-index België:

http://uvindex.aeronomie.be/index.php?option=com_bisauv&view=bisauv&Itemid=120/

Live UV-index PEA:

http://uvindex.aeronomie.be/index.php?option=com_bisauv&view=bisauv&Itemid=124&country_id=2

HANDLEIDING 2

BELATMOS

UITGANGSSITUATIE

De oefeningen en informatie die u op deze pagina's vindt kunnen gebruikt worden om een mondiaal milieuprobleem, namelijk dit van ozon en aërosolen, te illustreren maar ook aanschouwelijker en concreter te maken.

Door te vertrekken van concrete onderzoeksgegevens kan ook de link gelegd worden met het werken met de wetenschappelijke methode, wat voor de studierichtingen met de component wetenschappen tot het curriculum behoort.

De leerinhouden omtrent de opbouw van de atmosfeer, algemene luchtcirculatie, verdamping & condensatie, ozon en aërosolen zijn best al voordien in de klas aangebracht.

OPLOSSINGEN VAN DE OEFENINGEN

Werkblad 2.1

- b. BELARE 2011-2012: Midden december worden er heel lage totale ozonconcentraties waargenomen, rond 225 Dobson Units. Vervolgens klimmen de waardes en fluctueren ze tot begin februari tussen de 270 en 310 DU. Daarna verlagen ze opnieuw en fluctueren ze rond de 250 DU.
BELARE 2012-2013: In de eerste helft van december zijn de ozonwaardes eerder hoog, waardes boven 320 DU. Daarna fluctueren ze rond 270 tot 310 DU.
- c. Het gebied met de laagste totale ozonconcentraties was gelegen boven Oost-Antarctica en Dronning Maud Land op 13, 14 & 15 december. Het is een overblijfsel van het Antarctisch ozongat. Er werden geen lage waardes waargenomen tijdens de expeditie 2012-2013 in vergelijking met die van 2011-2012. Dit wordt verklaard doordat het ozongat relatief snel herstelde in 2012 en er dus geen overblijfsel van het Antarctisch ozongat boven Utsteinen was.
- d. De UV-index voor die dagen was zeer hoog (9 tot 10). Dit wordt verklaard door de lage totale ozonwaardes. Daarnaast speelt de hoogteligging van het station (1400 m) en een bijna aërosol vrije atmosfeer een rol.
- e. BELARE 2011-2012: De UV-index is hoog eind december (7) en vermindert vervolgens naar het einde van het seizoen toe (4, matige UV-straling).
BELARE 2012-2013: De UV-index is matig in het begin van het seizoen, vervolgens hoog (7) rond eind december en daalt vervolgens opnieuw naar het einde van het seizoen toe (3, matige UV-straling). Deze variatie wordt verklaard door de stand van de zon, die eind december op het hoogst staat in Antarctica.
- f. Je moet steeds een sunblock gebruiken en een zonnebril dragen als je naar buiten gaat.
- g. In de zomer, wanneer de zon op haar hoogst staat.

HANDLEIDING 2

BELATMOS

Werkblad 2.2

1.
 - a. Bepalen van de concentratie aan zwarte koolstofdeeltjes.
 - b. Lucht wordt aangezogen door een pomp en in het toestel langs een filter geleid. De zwarte koolstofdeeltjes zetten zich af op de filter. Een lichtbron met een bepaalde golflengte schijnt op de filterband, waardoor het licht verstrooid wordt. Meerdere photodetectoren meten vanuit verschillende hoeken de reflectie en de transmissie van de lichtstraal. Naarmate er meer zwarte koolstofdeeltjes op de filterband komen, absorberen deze meer van het licht, waardoor de intensiteit van het gereflecteerde en getransmitteerde licht daalt. Uit de afzwakking van de lichtintensiteit die de photodetectoren meten, wordt de concentratie aan zwarte koolstofdeeltjes berekend.
 - c. Zwarte koolstofdeeltjes komen voornamelijk voor uit de onvolledige verbranding van aardolie brandstoffen, biomassa of biobrandstoffen. De voornaamste bronnen zijn het verkeer en de gebouwenverwarming.

2.
 - b. Er wordt meestal een piek in de ochtend en in de avond waargenomen, deze komen overeen met respectievelijk de ochtend- en avondspits. Begin januari, toen het nog kerstvakantie was, lopen de concentraties op tot 1000 ng/m^3 . Daarna worden hogere dagelijkse maxima waargenomen, rond de 1500 ng/m^3 .
 - c. De hoogste pieken, komen overeen met momenten waarop er inversielagen zijn en er geen goede doormening van de wind is, bovenop veel verkeer of verwarming.
 - e. De meeste data zijn kleiner dan 40 ng/m^3 , wat wijst op een zuivere lucht. Alle data groter dan 40 ng/m^3 kunnen als contaminatie beschouwd worden. De oorzaken zijn prinoths, scooters, bulldozer en generatoren. Duidelijke signalen van vliegtuigen heeft onderzoeker Alexander Mangold nog niet opgemerkt.
 - f. Metingen op Antarctica zijn cruciaal voor het bepalen van de globale achtergrondconcentraties (ze kunnen als referentie gebruikt worden) en om een beter beeld te krijgen van hoe aërosolen over de wereld getransporteerd worden. Dit is mogelijk doordat de lucht in Antarctica onbezoedeld is.
 - g. Het is een lokaal probleem. Het veroorzaakt een verhoogde acute ademhalingsproblemen bij volwassenen en vermindering van de longfunctie bij kinderen. Andere effecten zijn verminderde zichtbaarheid, bevuilding van oppervlakten en materialen en bijdrage tot de zure depositie. Het is echter ook een wereldwijd probleem aangezien aerosolen over duizenden kilometers in de atmosfeer getransporteerd kunnen worden en bijdragen tot het broeikas effect.
 - h. De verwarming lager zetten, minder de auto nemen over kleine afstanden, kiezen voor een roetfilter,...

HANDLEIDING 2

BELATMOS

LEERPLANDOELSTELLINGEN

LEERPLANDOELSTELLINGE 3E GRAAD ASO (VVKSO)

De leerlingen kunnen:

- een verscheidenheid aan ruimtelijke wetenschappen bij naam noemen en verbinden met allerlei beroepen en onderzoeksdomeinen;
- aardrijkskundige gegevens opzoeken, ordenen en op eenvoudige manier verwerken, gebruikmakend van beschikbare hedendaagse informatiebronnen en –technieken;
- vertrekkend vanuit een milieuprobleem uit de eigen leefomgeving zoeken naar een duurzame oplossing;
- onderzoeken welke mechanismen zorgen voor de verspreiding van de energie van de zon naar de atmosfeer;
- aan de hand van een concreet voorbeeld uit de media een mondiaal milieuprobleem onderzoeken en de oorzaken in verband brengen met socio-economische activiteiten.

HANDLEIDING 2

BELATMOS

LEERPLANDOELSTELLINGEN 3E GRAAD ASO (GEMEENSCHAPSONDERWIJS)

De leerlingen kunnen:

- studierichtingen en beroepenvelden in verband brengen met aardrijkskundig onderzoek en ruimtelijke toepassingen;
- de troposfeer typeren als de atmosferische laag waarin weer en klimaat zich afspelen;
- de invloed van menselijke activiteiten op het milieu zoals: broeikaseffect, natuurrampen, zure regen, water- en bodemdegradatie met voorbeelden illustreren;
- zijn bereid om lokale problemen van milieu en samenleving in een globale context te plaatsen;
- de verticale opbouw van de atmosfeer beschrijven aan de hand van samenstelling en eigenschappen; (W)
- de oorzaken, gevolgen en mogelijke oplossingen van milieuproblemen met voorbeelden illustreren. (W)

(W) = doelstellingen voor studierichtingen met component wetenschappen

ONDERZOEKSCOMPETENTIES

Voor de afdelingen met component wetenschappen komen ook de onderzoekscompetenties aan bod:

- zich oriënteren op een onderzoeksprobleem door gericht informatie te verzamelen, te ordenen en te bewerken;
- een onderzoeksopdracht voorbereiden, uitvoeren en evalueren;
- de onderzoeksresultaten en conclusies rapporteren en ze confronteren met andere standpunten.