



KOERSWIJZIGING



EEN KLIMAATEXPEDITIE

FICHE 3/7
Wetenschappen

KENNISMAKING

Aardrijkskunde



KOERSWIJZIGING

BEGRIJ

Geschiedenis

Wetenschappen

Sociale en
economische
wetenschappen



EEN KLIMAATEXPEDITIE

OPINIE

Levensbeschouwelijke
vakken

ACTIES

Moderne talen

Artistieke vorming



INHOUD

FYSICA	5
Inleiding	
<i>Kies de activiteit op basis van de moeilijkheidsgraad en de voorkennis van de leerlingen.</i>	
Activiteit 1: Oorzaken en gevolgen van klimaatverandering	5
A. Opfrissing: het broeikaseffect (brainstormen) B. De actoren van klimaatverandering	
Activiteit 2: Hoe het klimaat werkt en hoe het verandert – gevorderd niveau	7
A. Klimaat-quiz	
CHEMIE	8
Inleiding	
<i>Deze chemieles is alleen zinvol als de leerlingen al een achtergrond hebben rond de oorzaken van klimaatverandering (zie deel Fysica of een gelijkwaardige les). Kies de activiteit op basis van de moeilijkheidsgraad en voorkennis van de leerlingen.</i>	
Activiteit 3: De invloed van klimaatverandering op de oceanen	8
A. Onderzoek en synthese en bundeling van resultaten B. De actoren van klimaatverandering	
Activiteit 4: Oceaanverzuring en de impact op plankton – gevorderd niveau	10
A. Verzuring van water (wetenschappelijk experiment)	
BIOLOGIE	12
Inleiding	
<i>De biologieles is alleen zinvol als de leerlingen al een achtergrond hebben rond de gevolgen van klimaatverandering (zie deel Chemie of een gelijkwaardige les).</i>	
Activiteit 5: De gevolgen van klimaatverandering – de walvispomp	12
A. Ontdekking van het onderwerp aan de hand van documenten (teksten en video) B. De gevolgen van klimaatverandering voor mij en de wereld (individueel werk) C. Conclusie	
Algemene conclusie	13
Nog een stapje verder gaan ...	14



Verbanden met de onderwijsdoelen:

Arbeidsfinaliteit

Competenties met betrekking tot ruimtelijk bewustzijn

- 09.02: De leerlingen beschrijven oorzaken, spreiding en gevolgen van natuurfenomenen.

Dubbele finaliteit

Competenties inzake wiskunde, exacte wetenschappen en technologie

- 6.25: De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.
- Competenties met betrekking tot ruimtelijk bewustzijn
- 09.02: De leerlingen lichten de gelaagde opbouw en samenstelling van de aarde en de atmosfeer toe.
- 09.06: De leerlingen lichten atmosferische processen toe aan de hand van neerslag, temperatuur en winden.
- 09.07: De leerlingen reflecteren over mogelijke maatregelen met betrekking tot klimaatverandering.

Doorstroom, dubbele en arbeidsfinaliteit:

Leercompetenties met inbegrip van onderzoekscompetenties, innovatiedenken, creativiteit, probleemoplossend en kritisch denken, systeendenken, informatieverwerking en samenwerken

- 13.3: De leerlingen gebruiken school- en vaktaal.
- 13.4: De leerlingen zoeken doelgericht informatie in diverse bronnen en verwerken die op een kritische en systematische manier.

Doorstroomfinaliteit

Chemie

- 09.01.01: De leerlingen brengen het oplossen van stoffen in water in verband met het dissociëren van ionaire verbindingen en het ioniseren van polaire moleculaire verbindingen.
- 09.01.04/09.02.04: De leerlingen classificeren organische en anorganische stoffen zowel op basis van een gegeven chemische formule als op basis van een naam.
- 09.01.12/09.02.09: De leerlingen stellen reactievergelijkingen op.
- 09.02.02/09.03.04: De leerlingen stellen de reactievergelijking op van een eenvoudige reactie.
- 09.03.06: De leerlingen brengen de pH in verband met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing en lichten de functie van een zuur-base indicator toe.

STEM:

- 12.01.02/12.02.02: De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen.
- 12.02.01: De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om vragen te beantwoorden en oplossingen te ontwerpen.
- 12.03.01: De leerlingen passen geschikte labotechnieken toe om betrouwbare informatie te verzamelen met aandacht voor goede labopraktijken.

Competenties inzake wiskunde, exacte wetenschappen en technologie:

- 06.15: De leerlingen leggen in concrete situaties het verschil uit tussen samenhang en causaliteit.
- 06.44: De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.

Competenties met betrekking tot ruimtelijk bewustzijn:

- 09.02: De leerlingen lichten de gelaagde opbouw en samenstelling van de aarde en de atmosfeer toe.
- 09.06: De leerlingen lichten atmosferische processen toe aan de hand van neerslag, temperatuur en winden en de invloed van deze processen op weerpatronen.
- 09.07: De leerlingen verklaren klimaatveranderingen vanuit geologisch perspectief.
- 09.08: De leerlingen reflecteren over mogelijke maatregelen met betrekking tot klimaatverandering.

FYSICA

INLEIDING

Lees met de leerlingen de inleidende tekst en 'Een laboratorium op een ijschots' in het leerlingendossier (p.8).

ACTIVITEITEN

1. Oorzaken en gevolgen van klimaatverandering

Soort activiteit



50 min.

Kies de activiteit op basis van de moeilijkheidsgraad en de voorkennis van de leerlingen.
Werk in subgroepen: Brainstormen / debat / discussie..

Doelstellingen

Laten zien hoe het broeikaseffect werkt.
De manier waarop het klimaat verandert en de verschillende oorzaken introduceren.

Materiaal

- Leerlingendossier p.8
- Bijlage 1: Het broeikaseffect (te projecteren)
- Bijlage 2: Menselijke activiteiten (één afbeelding per leerling, print sommige afbeeldingen meerdere keren als er meer dan 20 leerlingen zijn)
- Magneten (1/leerling) of plakpapier

Verloop

A. Opfrissing: het broeikaseffect (brainstormen)

BRAINSTORMEN

- Schrijf "Klimaatverandering" op het bord.
- Verdeel de klas in subgroepen
- Elke groep beslist welke 3 woorden voor hen verband houden met de opwarming van de aarde (5min)
- 1 leerling van elke groep schrijft de 3 woorden op het bord om een woordwolk te maken.

DISCUSSIE OVER OPWARMING VAN DE AARDE:

Het doel van dit onderdeel is om de leerlingen te laten praten over **het broeikaseffect**. Hier zijn een paar vragen om de leerlingen te begeleiden.

- Waar komt de opwarming van de aarde vandaan? Wat is de oorzaak van de opwarming van de aarde?
- Wat gebeurt er wereldwijd?
- Zodra het broeikaseffect is benoemd, kun je de volgende vraag stellen: "Hoe werkt het broeikaseffect?"
 - Laat de illustratie van het broeikaseffect zien (BIJLAGE 1).
 - Vul de uitleg van de leerlingen aan indien nodig.



- Schrijf “Broeikasgassen” op het bord en maak een nieuwe woordwolk door de leerlingen te vragen: “Wat zijn de belangrijkste broeikasgassen?”
 - Belangrijkste gassen: CO₂, methaan, waterdamp.
 - Andere broeikasgassen: distikstofoxide (N₂O), fluorkoolwaterstoffen (HFK's), perfluorkoolwaterstoffen (PFK's), ozon (O₃).

B. De oorzaken van klimaatverandering

- Geef elke leerling een afbeelding die een sector van menselijke activiteit voorstelt (BIJLAGE 2).
- De leerlingen gaan door het lokaal en moeten de leden van hun groep zoeken om 4 groepen te vormen.
 - Vraag de leerlingen of ze hun sector herkennen voordat ze hun antwoord geven.
 - Groepen: 1) Industrie, 2) Bouw, 3) Transport, 4) Landbouw.
- Schrijf de namen van de vier sectoren op het bord en vraag de leerlingen om hun afbeeldingen daar op te hangen.
- Vraag de leerlingen of ze denken dat andere menselijke activiteiten invloed hebben op de klimaatverandering.
 - Wist je dat bomen en oceanen bijdragen aan het reguleren van het klimaat? En waarom? Omdat ze koolstofputten zijn (= een systeem dat op natuurlijke wijze een deel van de CO₂ in de atmosfeer absorbeert)
 - Wat gebeurt er wereldwijd met bomen? Ontbossing.
In het Amazonegebied is het vooral de aanleg van weilanden en sojavelden die bosgebieden verwoest.

Opmerking: in de les aardrijkskunde zullen de leerlingen enkele gevolgen van de opwarming van de aarde hebben gezien; hier wordt dit onderwerp meer in detail bekeken met betrekking tot de oceanen.



2. Hoe het klimaat werkt en hoe het verandert

Soort activiteit



50 min.

Quiz

Deze activiteit is bedoeld voor leerlingen die reeds basiskennis hebben over het broeikaseffect en klimaatverstoring.

Doelstellingen

De verschillende fysische mechanismen achter klimaatverandering ontdekken.

Materiaal

- Leerlingendossier p.8
- Bijlage 3: Quiz (je kunt deze als PPT projecteren)

Verloop

A. Klimaatquiz (gevorderd niveau)

VERDELING VAN DE TEAMS:

- Vorm de teams
- De leerlingen hebben 1 minuut om een teamnaam te bedenken
- Schrijf de teamnamen op het bord

QUIZ (BIJLAGE 3)

- Elk team heeft 20 seconden om het antwoord te bedenken.
- Vraag de teams het antwoord te geven en geef daarna zelf het juiste antwoord.
- Noteer intussen de punten voor elk team.
- Geef uitleg bij het goede antwoord.



Tip van de coach:

- Zet de vragen in een PowerPoint-presentatie. De vraag te kunnen lezen, kan de leerlingen helpen.
- Vraag eventueel een leerling die niet erg betrokken is, om verantwoordelijk te zijn voor het noteren van de punten op het bord.



CHEMIE

INLEIDING

Je bent nu op de hoogte van de oorzaken van de opwarming van de aarde en de verschillende gevolgen ervan. Vandaag concentreren we ons op de gevolgen voor de oceanen.

Deze chemieles is alleen zinvol als de leerlingen al een achtergrond hebben rond de oorzaken van klimaatverandering (zie deel Fysica of een gelijkwaardige les).

ACTIVITEITEN

3. De invloed van klimaatverandering op de oceanen

Soort activiteit



50 min.

Onderzoek en creatief werk in subgroepen, poster maken

Doelstellingen

De impact van klimaatverandering op de oceanen ontdekken.
Het verband leggen met het verlies aan mariene biodiversiteit.
Begrijpen hoe belangrijk het is om onze mariene ecosystemen gezond te houden.

Materiaal

- Leerlingendossier p.9 tot 11
- Bijlage 4: instructiekaarten (1 kaart per groep)
- Tablets (dit is eenvoudiger voor de QR codes. 1 per groep) of laptops
- Tekenmateriaal en posters (1 per groep)
- Tijdschriften

Verloop

A. Onderzoek en synthese

Verdeel de leerlingen in groepen en geef elke groep een opdrachtkaart (BIJLAGE 4) en materiaal om een poster te maken.

De instructiekaarten zijn voor elke groep anders. Elke kaart bevat een onderzoeksvraag en documentatiebronnen.

- Zeespiegelstijging: Wat veroorzaakt zeespiegelstijging?
- Stijgende watertemperatuur: Wat zijn de gevolgen voor de mariene biodiversiteit? Hoeveel warmte absorberen de oceanen?
- Oceaanverzuring: Wie staat er aan de basis van de mariene voedselketen? Verandert de biodiversiteit in zee door de opwarming van de aarde?
- Afname van het zuurstofgehalte: Wat veroorzaakt het verlies van zuurstof in de oceanen? Waar wordt onze mariene biodiversiteit aan blootgesteld als het zuurstofniveau daalt? Passen onderwatersoorten zich aan?



Elke groep beantwoordt de vraag op zijn kaart in de vorm van een poster.

- Leerlingen gebruiken de bijgeleverde documenten en hun eigen onderzoek op internet.
- Om een poster te maken, kunnen de leerlingen tekeningen, pictogrammen, symbolen, diagrammen, afbeeldingen uit tijdschriften, enz. gebruiken.
- Vraag hen om zo origineel mogelijk te zijn!
- De leerlingen vullen ook het leerlingendossier p.9 in.

BUNDEL DE RESULTATEN:

- Stel de groepen opnieuw samen zodat er in de nieuwe groepen minstens één leerling van elke onderzoeksvraag zit.
- In niet meer dan 2 minuten moeten de leerlingen hun onderzoeksvraag uitleggen en wat ze ontdekt hebben.



Tip van de coach:

- Geef de leerlingen gaandeweg het tijdschema van de volgende fase.
- Hier is een voorgestelde timing. Gebruik een stopwatch en herinner de leerlingen eraan hoeveel tijd er nog over is in elke fase.
 - Informatie onderzoeken (video's, websites, enz.): 10 minuten
 - De poster maken: 15 minuten
 - Resultaten verzamelen: 10 minuten
 - Resultaten verzamelen: 10 minuten

TE ONTHOUDEN (KAART DIT AAN BIJ DE LEERLINGEN):

We weten dat alle levende wezens op Aarde met elkaar verbonden zijn. Het is belangrijk om zorg te dragen voor de ecosystemen als we op Aarde willen blijven leven.



4. Oceaanverzuring en de invloed ervan op plankton

Soort activiteit



50 min.

Wetenschappelijk experiment
Chemische vergelijkingen

Doelstellingen

De rol van de oceanen in de absorptie van CO_2 ontdekken.
Het fenomeen oceaanverzuring begrijpen.
De impact op mariene organismen en ecosystemen begrijpen.
De impact van oceaanverzuring op ons ontdekken.

Materiaal

- Leerlingendossier p.9 tot 11
- Bijlage 5: CO_2 en verzuring
- Uitrusting voor het experiment (1 blok per groep):
 - 1 of 2 rietjes en 2 bakjes
 - 2 schelpen
 - Azijn
 - Twee ijsblokjes
 - 1 pH-meter of 1 pH-tester voor zwembaden OF rode koolsap per groep (indien geen pH-meter)

Verloop

A. De verzuring van water:¹

Tijdens de expeditie van de Belgica werden veel wetenschappelijke gegevens verzameld. Deze data dienen nog steeds als referentiepunt om veranderingen en verstoringen vast te stellen. Hieronder volgt een experiment dat een van deze verstoringen illustreert: de verzuring van de oceanen. Dit is een van de gevolgen van het versterkt broeikaseffect.

- Verdeel de leerlingen in groepen en verdeel de materialen, behalve de schelpen, over elke groep.
- Wetende dat de pH van water 7 is, zal het experiment de verzuring van de oceanen illustreren door dit water aan te zuren met CO_2 .
 - De leerlingen vullen de bak met water en blazen dan met het rietje ongeveer een minuut in de bak met water. Dit verhoogt de concentratie CO_2 in het water. De leerlingen meten vervolgens de pH van het water, dat zuurder is geworden.
 - Je kunt zien dat het verhogen van de concentratie CO_2 de zuurtegraad van het water verhoogt.
- Wat gebeurt er met zeeorganismen in een zuurdere vloeistof?
 - Deel twee schelpen uit aan elke groep.
 - De leerlingen dompelen de eerste schelp onder in azijn. Ze dompelen de tweede schelp onder in water en observeren wat er met beide schelpen gebeurt.
 - Merk op dat de schelp oplost met het zuur.

¹ De onderstaande ervaring is afkomstig uit het [Educapoles-bestand](#)



- Discussieer met de leerlingen:
 - Welke invloed kan oceaanzuring hebben op organismen zoals plankton, die een kalkskelet hebben?
 - Waarom is het een probleem voor de opwarming van de aarde als plankton gevaar loopt?

Omdat plankton aan fotosynthese doet, waardoor de concentratie CO_2 in het water en in de atmosfeer afneemt, en dus ook het versterkte broeikaseffect.

- Om dit verder te onderzoeken, kan je het effect van de watertemperatuur op de verzuring observeren.
 - De leerlingen legen de bak met azijn en vullen hem met water.
 - Verdeel twee ijsblokjes over elk groepje.
 - De leerlingen doen de twee ijsblokjes in een van de twee bakken. De andere blijft zonder ijsblokjes.
 - De leerlingen blazen opnieuw ongeveer een minuut in de twee bakken met behulp van een rietje en meten dan de pH. Ze zien dat de zuurtegraad hoger is in de pot met koud water.
 - Dit betekent dat koud water meer CO_2 absorbeert.
- Neem samen de samenvattende infographics door (zie leerlingendossier p.10 tot 11)

OM TE ONTHOUDEN:

- Oceaanzuring is het gevolg van de opname van meer CO_2 .
- Dit heeft invloed op koralen en andere organismen zoals plankton.
- Plankton speelt een belangrijke rol bij het reguleren van de CO_2 -concentratie, omdat het fotosynthese toepast.



Tip van de coach

- Vraag de leerlingen om de chemische vergelijkingen achter elk fenomeen te illustreren. Gebruik hiervoor het [volgende werkblad](#) (in het Frans), pagina 44 en 48.



BIOLOGIE

INLEIDING

De oceanen worden op veel manieren bedreigd. Het is nochtans aan ons om functionele systemen in de natuur te beschermen om het natuurlijk evenwicht niet te verstoren.

De biologieles is alleen zinvol als de leerlingen al een achtergrond hebben rond de gevolgen van klimaatverandering (zie deel Chemie of een gelijkwaardige les).

ACTIVITEITEN

5. De gevolgen van klimaatverandering - het voorbeeld van de walvispomp

Soort activiteit



50 min.

Video's
Individuele reflectie

Doelstellingen

De gevolgen van klimaatverandering ontdekken

De walvispomp en de door de klimaatverandering veroorzaakte verstoring ervan begrijpen

Zichzelf en de wereld in de toekomst projecteren, rekening houdend met de gevolgen van de klimaatverandering.

Materiaal

• Leerlingendossier p.11 tot 15

• Video 1*: [walvispomp](#)

• Video 2*: [walvissen](#)



Verloop

A. Ontdekking van het onderwerp a.d.h. van documenten (teksten en video)

Bekijk de volgende video's:

- Video 1
- Video 2

Lees de teksten met de leerlingen (zie leerlingendossier p.11):

TE ONTHOUDEN (AAN TE KAARTEN BIJ DE LEERLINGEN):

Hoewel de walvispomp de klimaatverandering niet kan oplossen, speelt hij wel een rol in de stabiliteit van ecosystemen. Daarom is het belangrijk om hem te beschermen. De walvis is een bedreigde diersoort.

* Didactisch materiaal afkomstig uit de tijdelijke tentoonstelling "Op zoek naar... HET EINDE VAN DE WERELD! Een klimaatexpeditie aan boord van de 'Belgica'", te zien in 2023 en 2024 in het BELvue museum.



B. De effecten van klimaatverandering op mij en de wereld vandaag:

De walvispomp is slechts één voorbeeld van de gevolgen van klimaatverandering, die een impact kan hebben op het goed functioneren van ecosystemen. Er zijn er nog meer die een impact kunnen hebben op de wereld, en dus op ons allemaal.

- De leerlingen vullen individueel de tabel in hun leerlingendossier in (p.14), waarbij ze worden uitgenodigd om zich af te vragen wat de gevolgen van klimaatverandering voor hen en voor de wereld zullen zijn.
- Om hen daarbij te helpen, zijn er enkele vragen in hun dossier geschreven:
 - Zal het mij lichamelijk beïnvloeden?
 - Heeft het invloed op mijn toekomstige baan?
 - Op mijn toekomstige huis?
 - Op de veiligheid van mijn land?
 - Op mijn familie?

C. Conclusie

Lees de conclusie met de leerlingen (leerlingendossier p.15):

ALGEMENE CONCLUSIE

Lees met de leerlingen de conclusie in het leerlingendossier (p.15).

Vragen om een gesprek te starten:

- **Wat denken jullie? Wil jij ook de walvissen helpen in de strijd tegen de opwarming van de aarde?**
 - Het zal nodig zijn dat iedereen meedoet. We kunnen beginnen met minder plastic te gebruiken en onze koolstofvoetafdruk te beperken. Het lijkt misschien te simpel, maar alle kleine beetjes helpen!
 - Er zijn ook burgerinitiatieven om **mariene habitats** te beschermen die bedreigd worden door vervuiling.
 - Wil je je aansluiten bij een lokale groep om de stranden schoon te maken of een mariene plek te beschermen? Het allerbelangrijkste is om in actie te komen en dat samen te doen.
- **Oceaanvervuiling** heeft ook een directe invloed op onze gezondheid. Het inademen van lucht vol schadelijke stoffen of het eten van vervuilde zeevruchten is niet het beste plan! Dus hoe kunnen we **mariene habitats** beschermen?
 - Het aanmoedigen van duurzame praktijken, het vergroten van het bewustzijn onder de mensen om ons heen en het ondersteunen van overheidsbeleid dat behoud stimuleert zijn essentiële stappen.

Enkele bestaande initiatieven:

- Raadpleeg de WWF gids voor zeevruchten en eet **duurzame vis, schelp- en schaaldieren**.
- **Gebruik natuurlijke, microplasticvrije verzorgingsproducten** in je badkamer.
- **Laat ballonnen niet wegvliegen**, omdat dieren ze voor voedsel kunnen aanzien of erin verstrikt kunnen raken.
- **Spoel je verfblikken niet om**, maar breng ze naar het containerpark.
- **Gebruik een herbruikbare tas** en vermijd onnodige verpakking bij het boodschappen doen.
- **Gebruik een waterfles** en vul deze met kraanwater.
- **Ruim je afval op** na een dagje aan zee.
- **Gebruik natuurlijke schoonmaakmiddelen** (zwarte zeep, azijn en zuiveringszout) om je huis schoon te maken. Deze producten zijn doeltreffend, biologisch afbreekbaar en vervuilen de oceaan niet.
- **Gebruik een zonnecrème die het milieu** en zeeorganismen (zoals koralen) **respecteert**. Als je het water in gaat, bescherm jezelf dan met een zonnecrème die niet schadelijk is voor het mariene ecosysteem en net zo effectief is tegen UV-stralen.
- Stages beschikbaar bij de verschillende start-ups [kaart - BeClimate Hub](#)
- [Collectieve actie voor het klimaat - Neo&Nea](#)



NOG EEN STAPJE VERDER GAAN ...

- [Oceaan en cryosfeer \(oefeningen, in het Frans\)](#)
 - Experiment/activiteit - B1 Het broeikaseffect: een analogiesessie p56
 - Experiment/activiteit - C2 Thermische uitzetting van de oceaan en zeespiegelstijging p83
 - Experiment/activiteit - C6 Thermische traagheid van de oceaan en klimaatregeling p102
- [Klimaatverandering en landmassa's \(oefeningen, in het Frans\)](#)
 - Experiment/activiteit - A5 Koolstofcyclus, fotosynthese en ademhaling p71
- Bronnen en referentiesites over biodiversiteit :
 - https://www.youtube.com/watch?v=ba_whVliTe8
 - [WWF-België, voor biodiversiteit in gevaar](#)
 - [De uitdagingen van bedreigde biodiversiteit begrijpen | BeBiodiversity](#)
- Bekijk films en kortfilms van Yann Arthus Bertrand: [Filmografie van Yann Arthus-Bertrand - GoodPlanet België](#) (sommige films zijn enkel beschikbaar via de Franstalige webpagina)
 - Bangladesh (ook gelinkt in sociale wetenschappen)
 - Planeet Oceaan
 - La soif du monde (ook gelinkt in sociale wetenschappen)
 - Home
 - Woestijnvorming (onrechtstreeks gelinkt aan het Belgicapad)

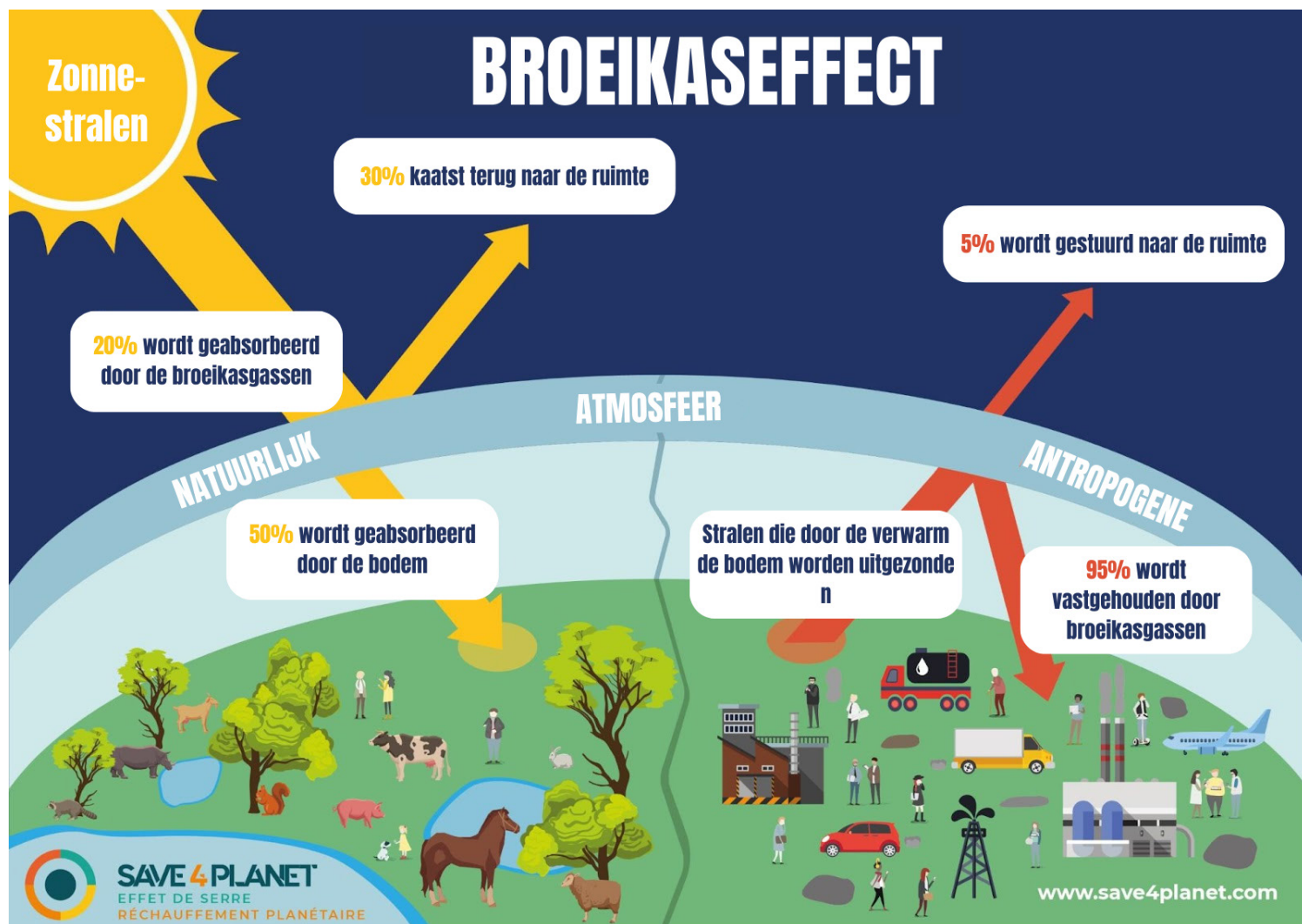
Mogelijke activiteiten buiten de klas:

- Waar kan je terecht voor activiteiten (van toepassing op alle fiches):
 - Bezoek aan de [interactieve klimaattentoonstelling "Belexpo"](#)
 - [Gratis pedagogisch materiaal en workshops bij BELvue](#)
 - [Aanbod van activiteiten van GoodPlanet](#): je kan de activiteiten filteren op thema (voeding, klimaat, water, circulaire economie, energie, mobiliteit, natuur).



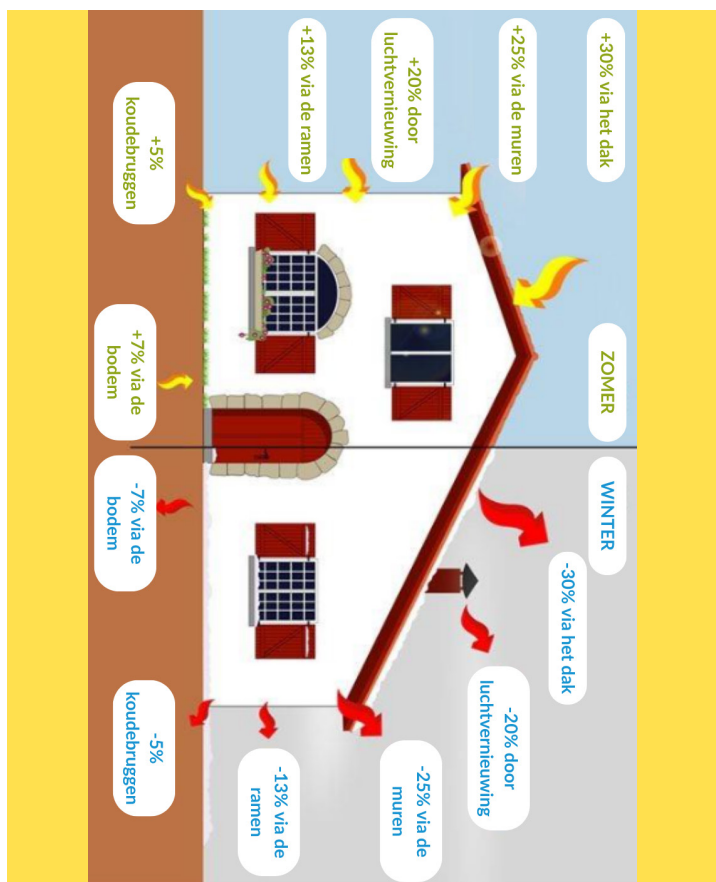
BIJLAGE 1

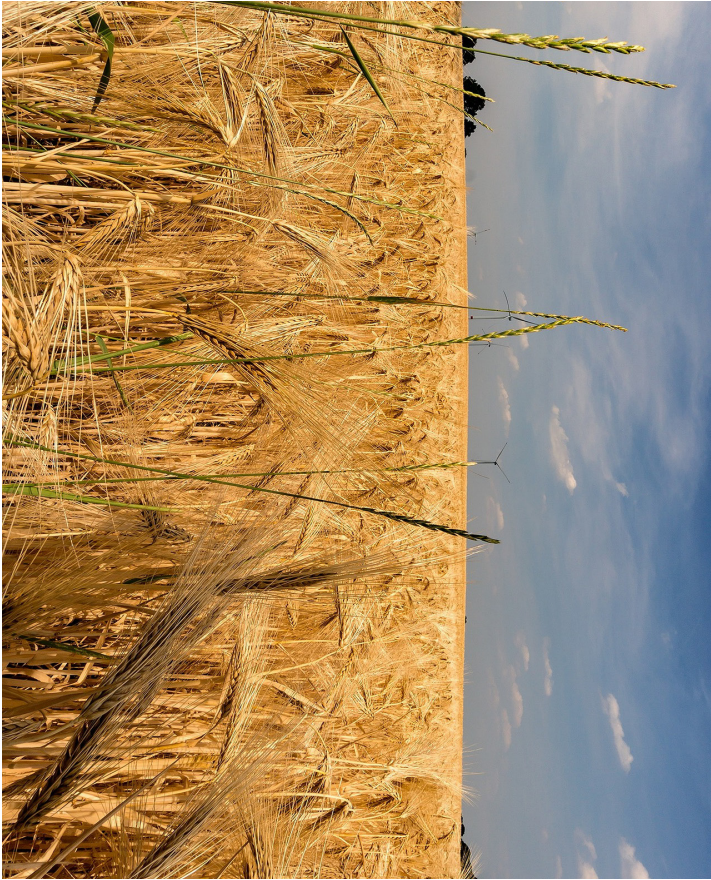
Het broeikaseffect



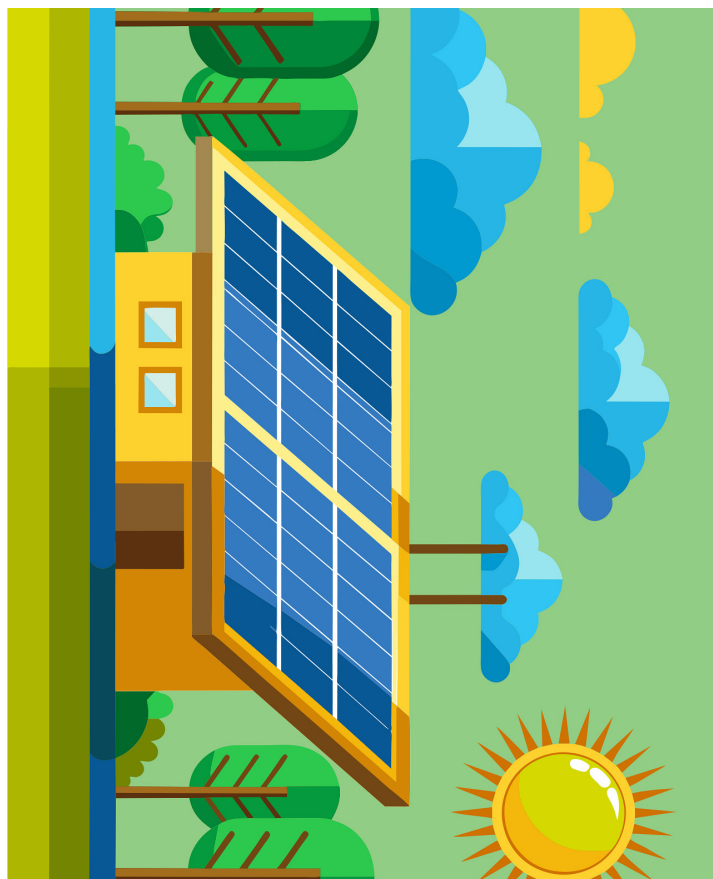
BIJLAGE 2

Menselijke activiteiten



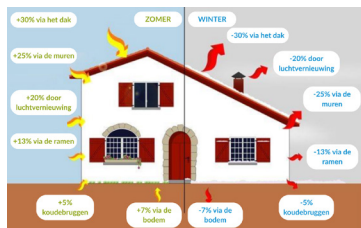






Oplossingen menselijke activiteiten

BOUW



INDUSTRIE



LANDBOUW



TRANSPORT



BIJLAGE 3

Quiz Wetenschappen

1. **Van wie is deze quote: « Het sneeuwt buiten. We zouden wel wat van die goeie ouwe klimaatopwarming kunnen gebruiken nu! »**
 - A. Jean-Marie Dedecker
 - B. Donald Trump
 - C. Jair Bolsonaro
 - D. Vladimir Poetin
2. **Welke van deze zinnen beschrijft het best het broeikaseffect in de atmosfeer ?**
 - A. Onder invloed van zonnestralingen vallen bepaalde gassen in de atmosfeer uiteen, en geven daarbij warmte af.
 - B. Bepaalde gassen in de atmosfeer vangen de infraroodstraling van de aarde op en stralen deze weer terug naar het aardoppervlak.
 - C. Bepaalde gassen in de atmosfeer vangen de infraroodstralen op die door de zon worden uitgezonden en stralen deze weer terug naar het aardoppervlak.
3. **Wat zou de gemiddelde temperatuur op aarde zijn zonder het natuurlijke broeikaseffect?**
 - A. -18°C
 - B. -5°C
 - C. 0°C
 - D. 15°C
4. **Welke andere grote factor(en) helpt/helpen ons om de temperatuur op gemiddeld 15°C te houden?**
 - A. De aanwezigheid van waterdamp in de atmosfeer
 - B. De aanwezigheid van aerosols in de atmosfeer
 - C. Het albedo-affect
5. **En dus, met de huidige klimaatverandering, kunnen we dan zeggen dat het de opwarming van de lucht is die de gletsjers doet smelten?**
 - A. Tuurlijk
 - B. Nee
 - C. Het is complexer dan dat
6. **Waar of niet waar? Waterdamp speelt een belangrijke rol in klimaatverandering.**
 - A. Waar
 - B. Niet waar
7. **Wat gebeurt er met de CO₂ die we uitstoten (zoek het antwoord dat NIET klopt) :**
 - A. Een deel blijft in de atmosfeer
 - B. Een deel lost op in de oceanen
 - C. Een deel wordt geabsorbeerd door planten
 - D. Het grootste deel wordt omgezet en verdwijnt
8. **Oceaanverzuring is een gevolg van...**
 - A. De opwarming van de lucht
 - B. Het gebrek aan zuurstof in het water
 - C. De fotosynthese
 - D. De opname van CO₂ in het water

9. Van volgende fenomenen, welk draagt NIET bij aan de stijging van de zeespiegel ?

- A. Het smelten van het pakij
- B. Het uitzetten van water door de temperatuur
- C. Het smelten van de gletsjers
- D. Het smelten van de ijskappen

10. Voor elke graad (°C) die de atmosfeer warmer wordt, kan de hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer toenemen met ongeveer...

- A. 2%
- B. 3%
- C. 5%
- D. 7%

11. Kies het/de goede antwoord(en). + 4 of 5°C meer tussen nu en het jaar 2100 is...

- A. Gewoon een trui minder in de winter
- B. Dubbel zo erg als +2°C
- C. Iets dat we ons écht niet kunnen voorstellen.
- D. Een drastische verandering van volledige ecosystemen.

Antwoorden • Quiz Wetenschappen

1. Van wie is deze quote: « Het sneeuwt buiten. We zouden wel wat van die goeie ouwe klimaatopwarming kunnen gebruiken nu! »

A. Jean-Marie Dedecker
B. Donald Trump
C. Jair Bolsonaro
D. Vladimir Poetin

Uitleg: Het weerbericht, dat je elke dag op de radio kan horen, houdt zich bezig met welk weer het vandaag of morgen wordt, en verandert voortdurend. Het klimaat daarentegen, gaat over het weer dat algemeen in een streek voorkomt, gedurende jaren of zelfs eeuwen!

2. Welke van deze zinnen beschrijft het best het broeikaseffect in de atmosfeer ?

A. Onder invloed van zonnestralingen vallen bepaalde gassen in de atmosfeer uiteen, en geven daarbij warmte af.
B. Bepaalde gassen in de atmosfeer vangen de infraroodstraling van de aarde op en stralen deze weer terug naar het aardoppervlak.
C. Bepaalde gassen in de atmosfeer vangen de infraroodstralen op die door de zon worden uitgezonden en stralen deze weer terug naar het aardoppervlak.

Uitleg: Zonnestralen (zichtbaar licht en ultraviolet licht) verlichten de aarde. Een deel van deze stralen wordt teruggekaatst naar de ruimte, een ander deel wordt geabsorbeerd door de atmosfeer en weer een ander deel door de bodem. Om de geabsorbeerde energie af te voeren, straalt de bodem op zijn beurt in het infraroodgebied. Zonder het broeikaseffect zou alle door de bodem uitgezonden infraroodstraling rechtstreeks verloren gaan in de ruimte. Bepaalde zogenaamde “broeikasgassen” hebben echter het vermogen om deze infraroodstralen te absorberen, waardoor hun temperatuur stijgt. Vervolgens geven ze de opgeslagen energie weer af door op hun beurt infraroodstralen in alle richtingen uit te zenden, ook naar de bodem.

3. Wat zou de gemiddelde temperatuur op aarde zijn zonder het natuurlijke broeikaseffect?

A. -18°C
B. -5°C
C. 0°C
D. 15°C

Uitleg: Zonder broeikaseffect zou de gemiddelde temperatuur op aarde ongeveer -18 °C bedragen.

4. Welke andere grote factor(en) helpt/helpen ons om de temperatuur op gemiddeld 15°C te houden?

A. De aanwezigheid van waterdamp in de atmosfeer
B. De aanwezigheid van aerosols in de atmosfeer
C. Het albedo-effect

Uitleg: Verschillende effecten hebben invloed op de stralingsforcering. Tot deze effecten behoren het albedo-effect en de aanwezigheid van aerosolen in de atmosfeer.

Stralingsforcering: Het klimaat blijft stabiel dankzij een evenwicht tussen de energie die op aarde wordt ontvangen en de energie die naar de ruimte wordt uitgestraald. Er is sprake van stralingsforcering zodra dit evenwicht wordt verstoord. Net als bij een thermostaat in huis betekent een positieve stralingsforcering dat de thermostaat omhoog gaat en omgekeerd bij een negatieve stralingsforcering.



5. En dus, met de huidige klimaatverandering, kunnen we dan zeggen dat het de opwarming van de lucht is die de gletsjers doet smelten?

A. Tuurlijk

B. Nee

C. Het is complexer dan dat

Uitleg: Het smelten van gletsjers komt ook wel door de warmere lucht, maar vooral door het feit dat er een onevenwicht is tussen de energie-invoer en -uitvoer (zoals hierboven beschreven). Maar waar kan die overtollige energie dan naartoe? Ze hoopt zich op in de vorm van warmte in de verschillende componenten van het klimaatstelsel (atmosfeer, continentale oppervlakken, hydrosfeer, cryosfeer, biosfeer). Dit verklaart waarom de aarde opwarmt (energieoverschot in de atmosfeer) EN waarom de gletsjers smelten, omdat ze een energieoverschot (in de vorm van warmte) ontvangen.

6. Waar of niet waar? Waterdamp speelt een belangrijke rol in klimaatverandering.

A. Waar

B. Niet waar

Uitleg: Hoe warmer de lucht, hoe meer waterdamp deze kan bevatten. Door de klimaatverandering als gevolg van het broeikaseffect door de ophoping van kooldioxide, methaan enz. bevat de atmosfeer meer waterdamp. Aangezien waterdamp een broeikasgas is, versterkt dit het broeikaseffect... en dus ook de opwarming van de aarde. Waterdamp verergert dus aanzienlijk de opwarming van de aarde door een positief terugkoppelingseffect. In tegenstelling tot bij CO₂ zijn het niet de menselijke uitstoot van waterdamp die het klimaat beïnvloeden, maar wel de opwarming van de atmosfeer die leidt tot een toename van de concentratie van waterdamp.

N.b. In tegenstelling tot kooldioxide en methaan hoopt waterdamp zich niet op in de atmosfeer en wordt de concentratie ervan voornamelijk gereguleerd door de temperatuur. Als de temperatuur stijgt, verdampt vloeibaar water en neemt de concentratie waterdamp toe. Als de luchttemperatuur daarentegen daalt, gaat het water over in vloeibare of vaste vorm en ontstaat er regen, dauw, hagel of sneeuw. De verblijftijd van waterdamp in de atmosfeer is dus kort en de door de mens veroorzaakte uitstoot van waterdamp heeft dan ook geen invloed op de opwarming van de aarde.

7. Wat gebeurt er met de CO₂ die we uitstoten (zoek het antwoord dat NIET klopt):

A. Een deel blijft in de atmosfeer

B. Een deel lost op in de oceanen

C. Een deel wordt geabsorbeerd door planten

D. Het grootste deel wordt omgezet en verdwijnt

Uitleg: Van de totale hoeveelheid CO₂ uitgestoten door menselijke activiteiten:

- Gaat 23% naar de oceanen

- 29% wordt opgenomen door de vegetatie

- en 44% blijft in de atmosfeer.

Dit leidt dus tot een toename van de concentratie. Aangezien CO₂ een broeikasgas is, heeft dit tot gevolg dat energie wordt opgeslagen en het klimaat opwarmt.

CO₂ verdwijnt niet op natuurlijke wijze, het is een chemisch zeer stabiele verbinding: na 100 jaar is nog steeds 40% van het teveel aan CO₂ aanwezig.

8. Oceaanverzuring is een gevolg van...

- A. De opwarming van de lucht
- B. Het gebrek aan zuurstof in het water
- C. De fotosynthese
- D. De opname van CO₂ in het water**

Uitleg: Een deel van de CO₂ in de atmosfeer lost op bij contact met de oceaan. Het komt vervolgens in verschillende vormen in het water terecht, waaronder koolzuur:

- Wanneer CO₂ in de oceaan oplost, verandert het in zure ionen (H₂CO₃ en vervolgens HCO₃⁻). Dit heeft een verzurend effect op de oceaan (de pH daalt).

De verzuring is sinds het begin van de industriële revolutie (1800) met 26 % toegenomen. Maar sommige voorspellingsmodellen gaan uit van een toename van de zuurgraad met 150 % tegen 2100. Het huidige tempo van de verzuring van de oceaan is dus tien keer sneller dan in enige andere periode in de afgelopen 55 miljoen jaar.

9. Van volgende fenomenen, welk draagt NIET bij aan de stijging van de zeespiegel ?

- A. Het smelten van het pakij**
- B. Het uitzetten van water door de temperatuur
- C. Het smelten van de gletsjers
- D. Het smelten van de ijskappen

Uitleg: Het smelten van het 'pakij' (zeeijs) is niet verantwoordelijk voor de stijging van het waterpeil (een ijsblokje dat smelt in een glas water zorgt er niet voor dat het glas overloopt). Het volume dat het ijs onder het oppervlak inneemt, is precies hetzelfde als dat van het ijs wanneer het gesmolten is. Dit is het principe van de opwaartse kracht van Archimedes.

10. Voor elke graad (°C) die de atmosfeer warmer wordt, kan de hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer toenemen met ongeveer...

- A. 2%
- B. 3%
- C. 5%
- D. 7%**

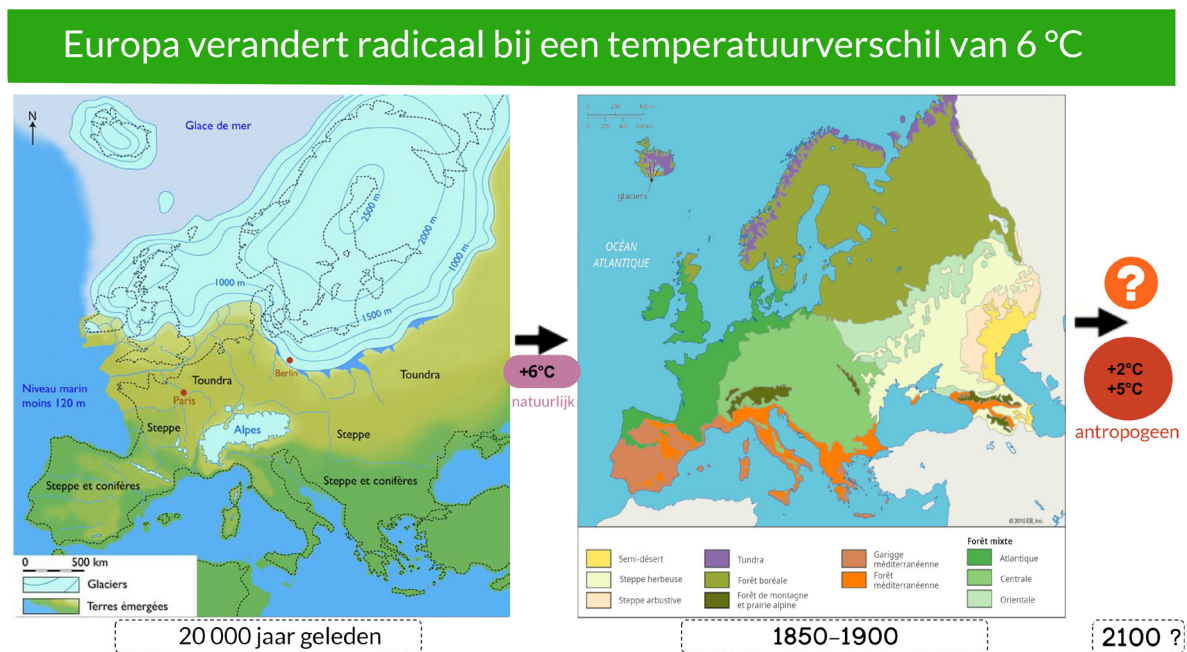
Uitleg: voor elke extra graad Celsius kan de lucht via verdamping 7 % meer water bevatten. Dit heeft tot gevolg dat er meer wolken worden gevormd (die vervolgens meer regen zullen veroorzaken) en dat de regenval dus intensiever wordt, waardoor het risico op stortregens toeneemt. Als verdamping op het land plaatsvindt, droogt dit ook de bodem uit en komt ernstige droogte vaker voor. Stel je een klimaat in evenwicht voor als een afwasspons. En stel je voor dat de watercyclus plaatsvindt tussen twee schaal-tjes (een gevuld en een leeg). De watercyclus in een stabiel klimaat betekent dat de spons een deel van het water in het ene schaal-tje opneemt en het in het andere schaal-tje weer afgeeft. Een onregelmatig klimaat is als een veel grotere spons (zoals die voor auto's). Deze absorbeert alles uit de gevulde schaal-tje (droogte) en loost al het water in één keer in het lege schaal-tje.

De toename van de hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer verklaart ook gedeeltelijk waarom cyclonen steeds heviger zullen worden. Wanneer de lucht opwarmt en dus meer vocht bevat, mobiliseert ze meer energie tijdens een extreme gebeurtenis. Dit vertaalt zich in hevigere regenval en sterkere winden, wat leidt tot de vorming van krachtige cyclonen.

11. Kies het/de goede antwoord(en). + 4 of 5°C meer tussen nu en het jaar 2100 is...

- A. Gewoon een trui minder in de winter
- B. Dubbel zo erg als +2°C
- C. Iets dat we ons écht niet kunnen voorstellen.**
- D. Een drastische verandering van volledige ecosystemen.**

Uitleg: het Holoceen (de periode met een gemiddelde temperatuur van 15 °C waarin we ons nu bevinden en die de mens in staat stelde zich te vestigen) begon 10-12.000 jaar geleden, aan het einde van de laatste ijstijd. 20.000 jaar geleden zag Europa er heel anders uit. Heel Noord-Europa lag onder een 3 km dikke ijskap en de oceaan stond wereldwijd 120 m lager dan vandaag. De terrestrische ecosystemen in Europa leken in niets op die van vandaag. En toch was er slechts een opwarming van 5-6 °C in ongeveer 10.000 jaar nodig om het landschap te creëren dat we vandaag kennen. +5-6 °C in 10.000 jaar. Vandaag hebben we het over +3 °C (volgens de huidige politieke beloftes) binnen 70 jaar. Een versnelling die bijna 100 keer sneller is. Het is erg moeilijk om je voor te stellen welke drastische veranderingen dit zal geven voor de Europese ecosystemen, de vegetatie en de landbouw...



[bron](#)

BIJLAGE 4

Instructiefiches

Beantwoord de onderstaande vragen aan de hand van de vernoemde bronnen en gedeelde artikelen. Maak daarna een poster waarin je je onderwerp samenvat en aan de klas presenteert.

1. STIJGING VAN DE ZEESPIEGEL: WAT ZIJN DE OORZAKEN VAN DEZE STIJGING?



<https://www.sogetiinformed.com/nl/information/are-oceans-rising>



<https://www.national-geographic.nl/de-stijging-van-de-zeespiegel-uitgelegd>



<https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/klimaat/klimaatthemas/stijging-zeewaterspiegel>



<https://klimaat.vmm.be/themas/zeespiegelstijging>

ZEESPIEGELSTIJGING

De gemiddelde zeespiegel wereldwijd is de afgelopen eeuw met 16 cm gestegen en stijgt steeds sneller. De stijgingssnelheid voor 2006-2015, 3,6 mm/jaar, is ongekend en 2,5 keer hoger dan de snelheid voor 1901-1990. Hoewel een paar millimeter stijging per jaar misschien niet veel lijkt, telt het in de loop van de tijd op, en leidt het tot frequentere extreme overstromingen in kustgebieden. De belangrijkste oorzaken van zeespiegelstijging worden geïllustreerd in Figuur 14. Tegenwoordig zijn smeltende ijskappen en gletsjers de belangrijkste bron van stijging en droegen 1,8 mm/jaar bij aan de stijging in de periode 2006-2015. Thermische uitzetting droeg 1,4 mm/jaar bij aan de stijging in dezelfde periode: naarmate oceaanwater opwarmt, zet het uit en neemt het een groter volume in beslag, wat de zeespiegelstijging verergert. Naarmate de zeespiegel stijgt, kan een storm verder landinwaarts trekken. Klimaatverandering kan kustoverstromingen en -erosie die worden veroorzaakt door tropische cyclonen verergeren en de intensiteit van de bijbehorende regenval en wind doen toenemen.

Bronartikelen [OCE_ResumeOcean.pdf](#)

Beantwoord de onderstaande vragen aan de hand van de vernoemde bronnen en gedeelde artikelen. Maak daarna een poster waarin je je onderwerp samenvat en aan de klas presenteert.

2. STIJGENDE WATERTemperaturen: WAT ZIJN DE GEVOLGEN HIERVAN VOOR DE BIODIVERSITEIT IN DE ZEE? HOEVEEL PROCENT VAN DE WARMTE ABSORBEREN DE OCEANEN?



<https://www.ifaw.org/nl/journal/impact-klimaat-verandering-oceaan>



<https://klimaat.be/klimaatverandering/waargenomen-veranderingen/oceanen/>



https://climate.ec.europa.eu/climate-change/sequences-climate-change_nl

OCEAANTEMPERATUUR EN KOOLSTOFVASTLEGGING

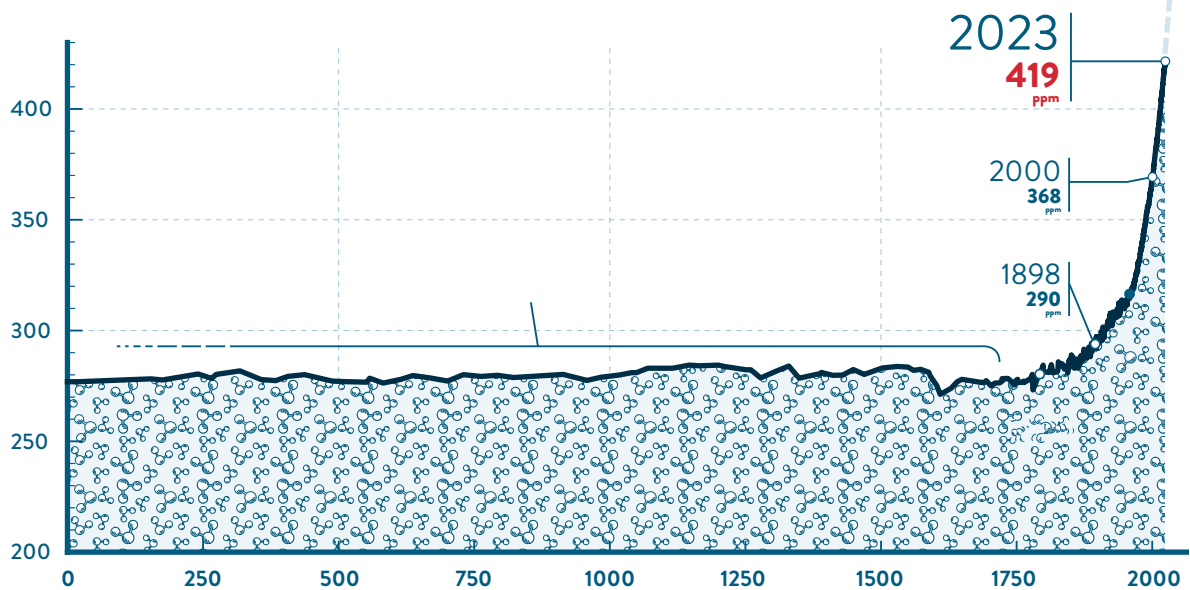
Sinds 1970 heeft de oceaan ongeveer 93% van de overtollige warmte van de opwarming van de aarde geabsorbeerd en opgeslagen, wat helpt bij het reguleren van het klimaatstelsel. Sinds 1993 is de opwarming van de oceaan, en dus de geabsorbeerde warmte, meer dan verdubbeld. De oceaantemperaturen zijn het snelst gestegen aan het oppervlak, waar de meeste warmteabsorptie plaatsvindt, maar diepere wateren warmen ook op. De opwarming in de bovenste 2 kilometer van de oceaan heeft voornamelijk plaatsgevonden rond Antarctica, een gebied dat de afgelopen 50 jaar tussen de 35 en 43% van alle warmte heeft geabsorbeerd. Als gevolg van deze opwarming zijn periodes van extreme hitte die het oceaanooppervlak beïnvloeden, bekend als mariene hittegolven, in frequentie verdubbeld en zijn ze de afgelopen 40 jaar langer, intenser en wijdverspreider geworden. Mariene hittegolven zullen naar verwachting vaker voorkomen (20 keer frequenter onder het RCP2.6-scenario en 50 keer frequenter tegen het einde van de 21e eeuw onder het RCP8.5-scenario). De opwarming van oppervlaktewateren en de toegenomen toevoer van zoet water door smeltende ijskappen en gletsjers zorgen ervoor dat oppervlaktewateren steeds minder dicht zijn dan diep water. Deze toename in het dichtheidscontrast tussen oppervlaktewater en diep water verandert de menging tussen de oceanlagen, waardoor de uitwisseling van zuurstof en voedingsstoffen wordt verstoord. De term stratificatie verwijst naar het gebrek aan menging tussen de verschillende lagen. Tegen 2090 laten projecties, zowel onder RCP2.6 als RCP8.5, een afname zien in de zuurstofvoorziening en de nutriënteniveaus van de oceaan. De oceaan, een belangrijke koolstofput, heeft sinds 1980 tussen de 20 en 30% van de CO₂ geabsorbeerd die door menselijke activiteiten in de atmosfeer is uitgestoten. Wanneer CO₂ oplost in het oppervlaktewater van de oceaan, produceert het koolzuur, wat de zuurtegraad van zeewater verhoogt door de pH-waarde te verlagen. Dit proces wordt oceaanzuur genoemd. Sinds eind jaren 80 is de pH-waarde aan het oppervlak met ongeveer 0,02 eenheden per decennium gedaald. Dit lijkt misschien niet veel, maar kleine veranderingen kunnen aanzienlijke gevolgen hebben voor ecosystemen, zoals we in de volgende sectie zullen zien. De mate van verzuring van de oceaan is direct gerelateerd aan de hoeveelheid CO₂ die in de atmosfeer wordt uitgestoten. In het RCP8.5-scenario zou de voortdurende absorptie van atmosferische CO₂ door de oceaan ervoor zorgen dat de pH van de oceaan tegen het einde van de eeuw met nog eens 0,3 daalt. Waar gaat de opwarming heen? Oceaan 93,4% Atmosfeer 2,3% Continenten 2,1% Gletsjers en ijskappen 0,9% Arctisch zee-ijs 0,8% Groenlandse ijskap 0,2% Antarctische ijskap 0,2% FIGUUR 13 Verdeling van overtollige warmte door opwarming.

Beantwoord de onderstaande vragen aan de hand van de vernoemde bronnen en gedeelde artikelen. Maak daarna een poster waarin je je onderwerp samenvat en aan de klas presenteert.

3. VERZURING VAN DE OCEAAN: WIE STAAT AAN DE BASIS VAN DE MARIENE VOEDSELKETEN? VERANDERT DE OPWARMING VAN DE AARDE DE MARIENE BIODIVERSITEIT?



https://youtu.be/_9DJ7tvngxwE?feature=shared



VERZURING

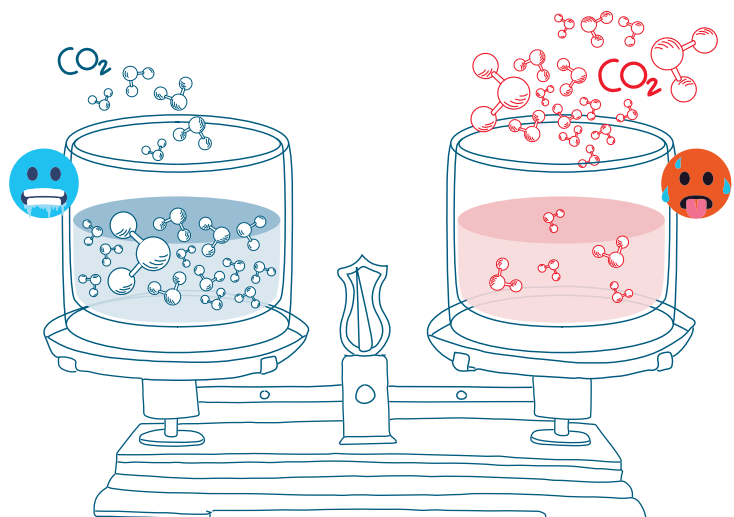
We weten dat de oceanen vandaag zowat **30% van onze CO₂-emissies** opvangen. CO₂ en water produceren samen koolzuur, waarbij waterstofionen vrijkomen. Hoe meer waterstofionen er zijn, hoe zuurder het water wordt. Dit proces noemen we de **verzuring van de oceanen**. Vandaag zijn de oceanen **30 keer zuurder** dan voor de industriële revolutie.

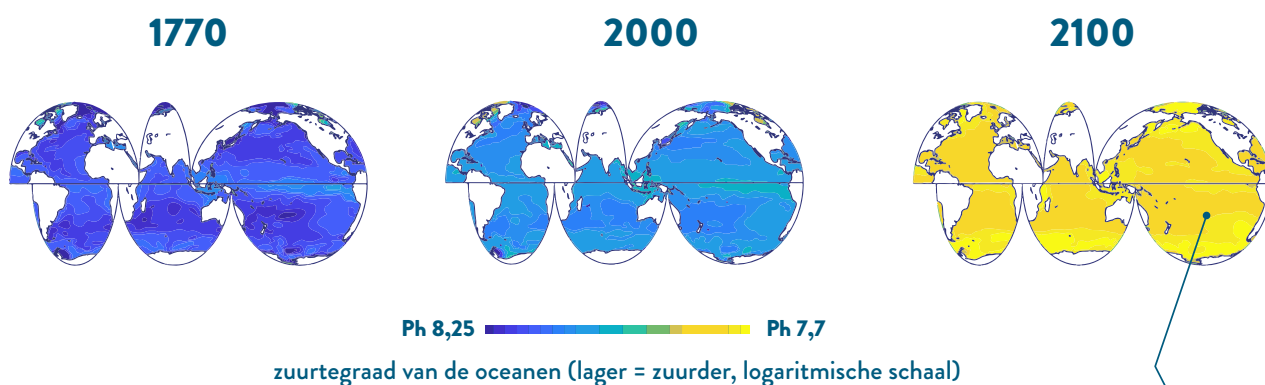


KANTELPUNT

CO₂ wordt van nature makkelijk opgelost in koud water. Naarmate de temperatuur van het zeewater stijgt, neemt het vermogen van de oceanen om CO₂ op te lossen af.

We verliezen door de opwarming van de aarde dus onze oceanen als grootste buffer voor die uitstoot. Daardoor zal er meer CO₂ in de atmosfeer achterblijven... wat dan weer zal leiden tot nog hogere temperaturen.





KORAALVERBLEKING

De verzuring van de oceanen maakt het moeilijker voor schelpen en koralen om te groeien omdat hun skelet wordt gecorrodeerd. Koraalriffen verzwakken dus als gevolg van verzuring. Dat beïnvloedt ook de biodiversiteit en het ecosysteem van koraalriffen als geheel, met gevolgen voor vissen, ongewervelde dieren en andere mariene organismen die afhankelijk zijn van het rif.



De oceaan, een belangrijke koolstofput, heeft sinds 1980 tussen de 20 en 30% van de CO₂ die door menselijke activiteiten in de atmosfeer is uitgestoten, opgenomen. Wanneer CO₂ oplost in het oppervlaktewater van de oceaan, ontstaat koolzuur, wat de zuurgraad van zeewater verhoogt door de pH te verlagen. Dit proces wordt oceaanzuur genoemd. Sinds eind jaren 80 is de pH aan het oppervlak met ongeveer 0,02 eenheden per decennium gedaald. Dit lijkt misschien niet veel, maar kleine veranderingen kunnen aanzienlijke gevolgen hebben voor ecosystemen, zoals we in de volgende sectie zullen zien. De mate van oceaanzuur is direct gerelateerd aan de hoeveelheid CO₂ die in de atmosfeer wordt uitgestoten. In het RCP8.5-scenario zou de voortdurende absorptie van atmosferische CO₂ door de oceaan ervoor zorgen dat de pH van de oceaan tegen het einde van de eeuw met nog eens 0,3 daalt.

De opwarming en de afnemende primaire productie zullen naar verwachting leiden tot een afname van 15% in de wereldwijde biomassa van alle zeedieren (inclusief vissen) tegen 2100 ten opzichte van het niveau in de jaren 90. Deze biomassa zal echter toenemen in het Noordpoolgebied. Toenemende stratificatie heeft de hoeveelheid zuurstof in de diepe oceaan verminderd, waardoor de aanvoer ervan vanaf het oppervlak, essentieel voor mariene organismen, wordt belemmerd. Het wereldwijde verlies van oceaanzuurstof staat bekend als oceaandeoxygenatie. In veel regio's hebben opwarming en veranderingen in de primaire productie geleid tot een afname van de hoeveelheid vis, weekdieren en schaaldieren, wat heeft geleid tot een lagere vangst. De samenstelling van de vangst is sinds de jaren 70 ook veranderd, doordat de ondiepe wateren van de wereld steeds meer bevolkt zijn door warmwatersoorten en de visbestanden zich richting de polen verplaatsen.

Didactisch materiaal afkomstig uit de tijdelijke tentoonstelling "Op zoek naar... HET EINDE VAN DE WERELD! Een klimaatexpeditie aan boord van de 'Belgica'", te zien in 2023 en 2024 in het BELvue museum.

Bronartikelen [OCE_ResumeOcean.pdf](#)

Beantwoord de onderstaande vragen aan de hand van de vernoemde bronnen en gedeelde artikelen. Maak daarna een poster waarin je je onderwerp samenvat en aan de klas presenteert.

4. LAGERE ZUURSTOFNIVEAUS: WAT ZIJN DE GEVOLGEN VAN ZUURSTOFVERLIES IN DE OCEANEN? WAT ZIJN DE EFFECTEN OP ONZE MARIENE BIODIVERSITEIT WANNEER HET ZUURSTOFNIVEAU DAALT? PASSEN ONDERWATERSOORTEN ZICH AAN?



<https://www.unesco-vlaanderen.be/unesco-in-de-kijker/achtergrond/zuurstofarmoe-de-in-de-oceaan-gevaren-en-oplossingen>

Biodiversiteit brengt de diversiteit aan levende organismen en hun onderlinge afhankelijkheid samen. Het draagt, als een ondersteunende dienst, bij aan het functioneren van ecosystemen: zo zijn ecosystemen met een hoge biodiversiteit beter bestand tegen klimaatverandering. De oceaan herbergt een grote biodiversiteit, met biodiversiteitshotspots. Deze hotspots komen overeen met regio's waar de diversiteit en dichtheid van soorten, voornamelijk endemisch, belangrijk zijn: dit is bijvoorbeeld het geval bij koraalriffen. Aan de top van de voedselketen, geïnitieerd door fytoplankton en gevolgd door zoöplankton, vinden we haaien en zeezoogdieren, zoals zeehonden en walvissen, waarvan sommige zeer lange afstanden in de oceaan migreren. Hoewel de soortendiversiteit bijdraagt aan het goed functioneren van ecosystemen, bevat elk ecosysteem sleutelsoorten die specifiek zijn voor dat ecosysteem. Hoewel er jaarlijks duizenden nieuwe mariene soorten worden geïdentificeerd, blijft onze kennis van het mariene milieu beperkt en schatten mariene biologen dat honderdduizenden soorten nog onbekend zijn.

Waargenomen en verwachte effecten op ecosystemen: MIGRATIE EN HERVERDELING VAN SOORTEN

Stijgende temperaturen van de atmosfeer en de oceaan veranderen de verspreiding en overvloed van levende soorten. Continentale soorten die zich hebben aangepast aan de kou en afhankelijk zijn van sneeuw, worden geconfronteerd met habitatbeperkingen en migreren naar hogere hoogten of richting de polen. Ze nemen ook in aantal af, waardoor hun risico op uitsterven toeneemt. Bovendien profiteren sommige soorten van het verlies van sneeuwbedekking, terugtrekkende gletsjers en dooiende permafrost, waardoor ze zich uitbreiden naar nieuwe gebieden en zo hun overvloed vergroten. In het hooggebergte heeft de migratie van laaggelegen soorten naar hogere hoogten de diversiteit aan lokale soorten vergroot. Tegelijkertijd is er een algemene "vergroening" van de vegetatie in de Arctische toendra (de noordelijkste gebieden van het Noordpoolgebied) als gevolg van de toename van de vegetatiebedekking. Aan de andere kant is er ook enige "verbruining" van de vegetatie, d.w.z. een afname van de vegetatie, in de toendra en het boreale bos. Projecties voor beide scenario's voorspellen een aanhoudende opwaartse migratie van deze soorten naar hooggebergtegebieden, evenals een algemene krimp van hun leefgebied. In het Arctisch gebied is de unieke biodiversiteit gedoemd te verdwijnen, aangezien soorten met zeer specifieke leefgebieden worden vervangen door soorten die richting de polen trekken. Naar verwachting zullen houtachtige struiken en bomen zich uitbreiden en tegen 2050 24 tot 52% van de Arctische toendra bedekken. Het boreale bos zal naar verwachting aan de noordgrens toenemen, terwijl het aan de zuidgrens zal krimpen. Over het algemeen zullen soorten gedwongen worden te migreren naar hogere breedtegraden en hoogten. Dooiende permafrost en een verminderde sneeuwbedekking zullen de hydrologie van het Arctisch gebied beïnvloeden en bijdragen aan een toename van branden, met gevolgen voor de vegetatie en de natuur. Ongeveer 20% van de Arctische permafrost loopt gevaar door plotselinge dooi, wat zou leiden tot bodemdaling. Hoewel de

algehele regionale waterkringloop naar verwachting zal intensiveren, inclusief neerslag, evapotranspiratie en rivierafvoer naar de Noordelijke IJszee, kan een afname van de sneeuwbedekking en permafrost leiden tot uitdroging van de bodem. In de oceaan is de verspreiding van fytoplankton, vissen en zeezoogdieren door opwarming met snelheden tot wel enkele tientallen kilometers per decennium richting de Noordpool verschoven. Veranderingen zijn sneller aan het oceaanoppervlak dan op diepte. Deze veranderingen in de ruimtelijke verspreiding van soorten gaan gepaard met veranderingen in hun seizoensgebonden activiteiten. Met de verlenging van het warme seizoen in oceanische, polaire en bergachtige gebieden breiden veel soorten hun seizoensgebonden activiteiten uit en veranderen ze hun gedrag.

SAMENVATTING

De krimpende continentale cryosfeer verandert en zal ecosystemen in hooggebergten en arctische gebieden blijven veranderen, wat leidt tot migraties, veranderingen in de verspreiding van soorten en verlies van biodiversiteit.

MARIENE ECOSYSTEMEN, CONSUMENTEN EN VISSERS

Primaire producenten, zoals fytoplankton, zijn organismen die organisch materiaal produceren uit mineraal materiaal, bijvoorbeeld door middel van fotosynthese. Primaire consumenten, zoals zoöplankton, voeden zich met primaire producenten. De toegenomen stratificatie van de bovenste oceaan sinds de jaren 70 heeft de toevoer van voedingsstoffen naar oppervlaktewateren veranderd, wat van invloed is op de regionale fytoplanktonproductie en daarmee op de zoöplanktonpopulaties. Deze veranderingen worden echter slecht begrepen, waardoor hun ruimtelijke verspreiding onzeker is. In het Noordpoolgebied is de netto primaire productie toegenomen, omdat meer water ijsvrij is. Bovendien vinden voorjaarsbloei van fytoplankton en ijsalgen eerder in het jaar plaats. Zoöplankton wordt direct beïnvloed door veranderingen in de overvloed en seizoensverdeling van fytoplankton. Omdat plankton de basis vormt van veel mariene voedselketens, hebben deze veranderingen bovendien een cascade-effect op het voedselweb, wat de structuur en functie ervan beïnvloedt en uiteindelijk gevolgen heeft voor de biodiversiteit en de visserij. Klimaatmodellen voorspellen een daling van de primaire productie van 4-11% tegen 2090 in het RCP8.5-scenario, als gevolg van opwarming en stratificatie. Daarnaast wordt verwacht dat verzuring van de oceaan een belangrijke zoöplanktonsoort zal treffen, namelijk pteropoden. Ze spelen een cruciale rol in mariene voedselwebben, met name in het Noordpoolgebied. Hun schelpen zijn gemaakt van calciumcarbonaat en zijn daardoor kwetsbaar voor verzuring van de oceaan. Opwarming en afnemende primaire productie zullen naar verwachting ertoe leiden dat de wereldwijde biomassa van alle zeedieren (inclusief vissen) tegen 2100 met 15% zal afnemen ten opzichte van de jaren negentig. In het Noordpoolgebied zal deze biomassa echter toenemen. Toenemende stratificatie heeft de hoeveelheid zuurstof in de diepe oceaan verminderd, waardoor de aanvoer ervan vanaf het oppervlak, die essentieel is voor mariene organismen, wordt belemmerd. Het wereldwijde verlies van oceaanzuurstof staat bekend als oceaandeoxygenatie. In veel regio's hebben opwarming en veranderingen in primaire productie geleid tot een afname van de overvloed aan vis-, week- en schaaldierssoorten, wat heeft geleid tot verminderde vangsten. De samenstelling van de vangsten is sinds de jaren zeventig ook veranderd, waarbij de ondiepe wateren van de wereld steeds meer bevolkt worden door warmwatersoorten en visbestanden zich richting de polen verplaatsen.