



Den Haag

Werkbladen leerlingen

# Klimaat- verandering





# Instructieblad

## Proefje

## Australië

### Proefje oceaanzuur

#### Wat gebeurt er met schelpen als de oceaan verzuurt?

Dit proefje duurt vier dagen. Elke dag moet er iets gedaan worden.

Jullie gaan schelpen in een badje van azijn leggen, azijn is heel zuur, proef maar eens een druppeltje!

Elke dag doen jullie nieuwe azijn in het badje.

Wat gebeurt er met de schelpen?

#### Wat heb je nodig?

Materiaal van milieueducatie	Materiaal van school
één schelp per persoon	azijn
maatbeker	theedoek

#### Dag 1:

1. Kies allemaal een schelp uit, kies je een grote of een kleine?
2. Zet de maatbeker klaar op het midden van de tafel.
3. Bekijk de cijfers op de zijkant van de maatbeker. Zoek het streepje voor 100 milliliter (ml)
4. Leg de schelpen in de maatbeker.
5. Giet voorzichtig azijn in de maatbeker bovenop de schelpen, tot het streepje bij 100 ml.
6. Zet de maatbeker nu op een veilige plek in de klas, waar hij niet omvalt en niemand last heeft van de azijngeur. Overleg met de juf of meester wat de beste plek is.

#### Dag 2:

1. Pak de maatbeker met de azijn en de schelpen erin.
2. Is er iets veranderd aan de schelpen? Zo ja, wat?
3. Neem de maatbeker mee naar de gootsteen.
4. Giet de maatbeker voorzichtig leeg in de gootsteen, en zorg dat je de schelpen opvangt.
5. Spoel de binnenkant van de maatbeker schoon met water.
6. Spoel de schelpen af.
7. Ga weer naar jullie plek en doe de schelpen weer in de maatbeker.
8. Giet er weer azijn bij tot 0,1 L.
9. Zet de maatbeker weer op de veilige plek in de klas.

#### Dag 3:

1. Pak de maatbeker met de azijn en de schelpen erin.
2. Zijn de schelpen er nog? Waarschijnlijk zijn ze bijna helemaal opgelost of zitten er grote gaten in.
3. Als er nog (stukjes) schelpen zijn, herhaal dan de stappen 3 t/m 9 van dag 2. Zijn er geen schelpen meer? Doe dan de stappen van dag 4, het proefje duurt dan een dag korter.

# Instructieblad

## Proefje

### Dag 4:

1. Pak weer de maatbeker.
2. Zijn de schelpen er nog? Waarschijnlijk zijn ze helemaal opgelost of zitten er grote gaten in.
3. Lees samen de tekst hieronder: *Wat heeft dit proefje met oceaanzuur in Australië te maken?*
4. Als er nog iets over was van de schelpen kun je dat restje weggooien.
5. Spoel de azijn weg door de gootsteen.
6. Was de maatbeker af en maak hem droog met een theedoek.
7. Zorg dat de dop van de azijn goed dicht is en geef de fles terug aan de juf of meester
8. Doe de pot met schelpen en de maatbeker in het zakje.

### Wat heeft dit proefje met oceaanzuur in Australië te maken?

In Australië ligt het Great Barrier Reef. Dat is het grootste koraalrif op de wereld. In de zee zijn allemaal koralen. Als je het water in de oceaan zou vervangen door azijn, zoals in dit proefje, dan zouden de koralen allemaal doodgaan en oplossen, net als de schelpen. Dat komt omdat azijn zo zuur is. En zuur maakt schelpen en koraal kapot.

Gelukkig kan niemand de oceaan veranderen in een bad azijn. Maar toch wordt de oceaan steeds zuurder door klimaatverandering. Dat komt omdat er steeds meer CO<sub>2</sub> in de lucht komt. En die CO<sub>2</sub> die kan oplossen in de zee. CO<sub>2</sub> maakt de zee zuur. Dat noem je "oceaanzuur". En die koralen in de zee in Australië hebben last van de opgeloste CO<sub>2</sub>, omdat ze niet goed tegen zuur kunnen. Ze gaan erdoor dood.



Gezond koraal, Wikimedia Commons

# Instructieblad

## Proefje

## Brazilië

### Proefje ontbossing

#### Hoe snel kan een omgekapt bos weer terug groeien?

Dit proefje duurt vijf dagen. Elke dag moet er iets gedaan worden.

Jullie gaan een mini-bos maken van tuinkers. Tuinkers is een plantje waarvan je de kiemen (dat is het plantje als het nog vrij klein is) kunt eten. Elke dag meten jullie hoe veel de tuinkersbomen gegroeid zijn. Dan kappen jullie een deel van het bos. Hoe lang zou het duren voor het bos terug gegroeid is? En hoe is dat met een echt (tropisch) bos?

#### Wat heb je nodig?

Materiaal van milieueducatie	Materiaal van school
Bakje met minifiguurtjes	Water
Tuinkerszaadjes	Schaar
Vershoudfolie	Liniaal
Watten	Papier of een schrift
	Theedoek



#### Dag 1:

1. Pak zo veel watten als nodig zijn om de bodem van het bakje te bedekken.
2. Maak de watten helemaal nat en knijp ze dan een beetje uit, ze mogen niet meer druppelen.
3. Bedek de bodem van het bakje met de natte watten.
4. Nu gaan jullie het bos maken: leg op elke plek waar jullie een boom willen laten groeien, een tuinkers-zaadje. Hoe dicht zetten jullie de bomen bij elkaar? Wordt het hele bakje gevuld met bos? Hebben de mensen en dieren genoeg ruimte?
5. Dek nu het bakje af met vershoudfolie en prik er een paar gaatjes in met een pen of schaar. Het folie zorgt dat het lekker vochtig blijft, dat hebben de bomen nodig om te groeien. De gaatjes zorgen voor ventilatie, de bomen hebben ook CO<sub>2</sub> nodig om te groeien!
6. Zet het bakje nu op een lichte plaats, maar niet in de zon.

#### Dag 2:

1. Ga kijken bij jullie tuinkersbos, zijn de zaadjes al ontkiemd? Neem het bakje mee naar een handige plek om samen te zitten.
2. Haal het folie even van het bakje af, maar verfrommel het niet, jullie moeten het zo weer terug doen.
3. Pak een papiertje en schrijf op wat jullie zien. Wat is er precies veranderd? Bewaar dit papier.
4. Meet de steeltjes op als er al iets gegroeid is. Hoe lang is de langste tuinkersboom? Schrijf het op.
5. Doe de folie weer over het bakje.
6. Zet het bakje weer op dezelfde lichte plek, maar niet in de zon.

# Instructieblad

## Proefje

### Dag 3:

1. Ga weer kijken bij jullie tuinkersbos, is er iets veranderd?
2. Haal het folie van het bakje, jullie mogen het folie nu verfrommelen en in de prullenbak doen.
3. Schrijf op het papier erbij wat jullie waarnemingen van vandaag zijn. Wat is er veranderd?
4. Meet de steeltjes weer op. Hoe lang is de langste tuinkersboom? Schrijf het op.
5. Zijn de watten nog vochtig? Gier er eventueel een beetje water bij.
6. Zet het bakje weer op dezelfde lichte plek, maar niet in de zon.

### Dag 4:

1. Ga weer kijken bij jullie tuinkersbos en herhaal stap 3 t/m 6 van dag 3
2. Is het al een echt bos geworden voor de kleine figuurtjes in het bakje?
3. Kijk eens naar de getallen die jullie opgeschreven hebben. Kan je uitrekenen hoeveel de tuinkersbomen gegroeid zijn per dag?
4. Een echt bos groeit natuurlijk niet in een paar dagen, dat duurt veel langer.  
Reken maar eens uit: →

Bomen in het regenwoud worden gemiddeld wel 60 meter hoog. Stel, de eerste 4 jaar groeit zo'n boom 25 cm. per jaar. Daarna groeit de boom 1 meter per jaar, tot hij 55 meter hoog is. Daarna groeit hij nog maar 5 cm per jaar. Hoe lang duurt het dan voordat de boom 60 meter is?

### Dag 5:

1. Pak jullie tuinkersbos er weer bij.
2. Nu gaan jullie een deel van het bos kappen, door met een schaar de steeltjes af te knippen. Hoeveel bos halen jullie weg?
3. Kijk eens naar het omgekapte tuinkersbos. Wat zou er nodig zijn om het weer terug te laten groeien?
4. Lees nu samen de tekst: *Wat heeft dit proefje nou te maken met ontbossing in Brazilië?*
5. De afgeknipte tuinkers kun je opeten! Je kunt ook de rest van de tuinkers afknippen.
6. Gooi de watten weg en maak het bakje schoon en droog.
7. Doe alle spullen van milieueducatie terug in het tasje

### Wat heeft dit proefje nou te maken met ontbossing in Brazilië?

In Brazilië worden delen van het regenwoud gekapt om grond vrij te maken om voedsel te verbouwen zoals soja. Bomen nemen CO<sub>2</sub> op uit de lucht, maar als je ze kapt dan doen ze dat niet meer en blijft er dus meer CO<sub>2</sub> in de lucht. In de bomen die omgekapt zijn zit ook nog veel CO<sub>2</sub>, die bomen worden vaak verbrand, dan komt er nog meer CO<sub>2</sub> bij. Die stijging van de CO<sub>2</sub> in de lucht zorgt voor klimaatverandering.

Het regenwoud dat is gekapt, komt nooit meer terug zoals het was. Delen van het tropisch regenwoud kunnen nog redelijk snel terug groeien door zaden die uit het overgebleven bos komen of door bomen bij te planten. Maar het duurt duizenden jaren om dezelfde biodiversiteit weer terug te krijgen. Het woord biodiversiteit betekent afwisseling, variatie, verscheidenheid. Biodiversiteit geeft aan hoeveel planten, dieren, schimmels en bacteriën er in een bepaald gebied leven. Hoe meer verschillende soorten er in een bepaald gebied leven, hoe beter. Variatie is belangrijk voor het evenwicht in de natuur. Planten- en diersoorten die eenmaal zijn uitgestorven, zijn we voor altijd kwijt.



# Instructieblad

## Proefje

### Groenland

#### Proefje Albedo-effect

##### Welke doek wordt warmer, een witte of een zwarte doek?

Dit proefje duurt ongeveer 15 minuten en is dus na één dag al klaar.

Belangrijk is dat dit proefje op een zonnige dag gedaan moet worden!

Jullie gaan een witte en een zwarte doek in de zon leggen, welke doek zou het warmst worden?

En wat heeft dat met Groenland te maken?

##### Wat heb je nodig?

Materiaal van milieueducatie	Materiaal van school
Een witte doek	Eventueel andere kleuren stof
Een zwarte doek	Papier (of een schrift)
Thermometer	

##### Dag 1:

1. Kijk met de juf of meester samen of er deze week een zonnige dag is voorspeld.
2. Doe het proefje op de dag met de meeste zon.

##### Zonnige dag:

1. Leg allebei de doeken uitgespreid op tafel.
2. Vouw elke doek twee keer dubbel, tot ze ongeveer zo groot zijn als een A4tje.
3. Leg de opgevouwen doeken naast elkaar in de zon. Dat mag buiten, maar ook binnen, bijvoorbeeld op de vensterbank.



Foto Shutterstock/Maxim Tupikov

# Instructieblad

## Proefje

4. Wacht 5 tot 10 minuten.
5. De zon heeft de doeken nu opgewarmd.
6. Pak de thermometer en richt hem op de witte doek.
7. Hou de knop van de thermometer even ingedrukt en laat los.
8. Hoeveel graden is de witte doek? Schrijf het op.
9. Als de temperatuur hoger is dan 50 graden, dan staat de thermometer verkeerd (°F). Druk 1 keer op het rode knopje. De temperatuur zou nu wel goed moeten zijn (°C).
10. Meet ook de temperatuur van de zwarte doek.
11. Hoeveel graden is de zwarte doek? Schrijf dit ook op.
12. Is er een verschil tussen de temperatuur van de witte en de zwarte doek?
13. Je kunt ook met andere kleuren doeken proberen hoe warm ze worden in de zon, bijvoorbeeld met je trui of een sjaal.
14. Lees samen de tekst hieronder: *Wat heeft dit proefje met het smelten van ijs op Groenland te maken?*
15. Vouw de lappen stof netjes op en stop ze met de thermometer in het tasje.

### **Wat heeft dit proefje met het smelten van ijs op Groenland te maken?**

Een witte doek wordt minder warm in de zon dan een zwarte doek. Dat betekent dat de witte doek meer warmte terugkaatst en de zwarte doek die warmte juist opneemt. Groenland ligt heel noordelijk, het kan daar heel koud zijn en er ligt vaak een dik pak sneeuw. Die witte sneeuw werkt net zoals de witte doek: als de zon erop schijnt, dan kaatst een groot deel van de warmte van de zon weer weg.

Zoals jullie weten wordt het op aarde steeds warmer door CO<sub>2</sub> in de lucht. Daardoor smelt sneeuw op Groenland, en wordt Groenland minder wit. Op stukken waar wit ijs en witte sneeuw op het water lag, is nu donkerblauw water te zien. Als de zon op dat donkere water schijnt, wordt er minder warmte teruggekaatst. De warmte wordt door het donkere water vastgehouden. Daardoor wordt het nog warmer. Er gaat dan nog meer sneeuw smelten, waardoor er meer donker water te zien is. Dat donkere water houdt weer meer warmte vast, enzovoorts.

Hoe meer sneeuw er smelt, hoe warmer het wordt en hoe meer sneeuw er weer smelt! Dit heet het albedo-effect. Het albedo-effect is een probleem dat klimaatverandering erger maakt.



# Instructieblad

## Proefje

### Kiribati

#### Proefje zeespiegelstijging

##### Waarom stijgt het water overal op aarde als het ijs op de polen smelt?

Dit proefje duurt ongeveer 15 minuten. Er moet ijs worden gemaakt als voorbereiding, vraag aan de juf of meester of dat al gedaan is, of dat jullie dat nog zelf moeten doen. Jullie gaan onderzoeken waarom het niveau van water stijgt als het ijs wat in dat water ligt, smelt.

##### Wat heb je nodig?

Materiaal van milieueducatie	Materiaal van school
ijsblokjesvorm	water
2 maatbekers	vriezer
	theedoek

##### Dag 1 (voorbereiding):

1. Er is een vriezer nodig, om de ijsblokjes te maken, waar staat die?
2. Vul de ijsblokjesvorm met water.
3. Zet de vorm met water erin voorzichtig in de vriezer.
4. Doe de vriezer weer goed dicht.

##### Het proefje:

1. Haal de ijsblokjes uit de vriezer.
2. Zet de twee maatbekers op tafel.
3. Haal één ijsblokje uit de vorm en doe het blokje in één van de twee maatbekers.
4. Doe nu water in allebei de maatbekers (in degene met een ijsblokje en die zonder ijsblokje). Zorg dat het water in allebei de bekens het water tot het streepje van 300 ml komt.
5. Wacht tot het ijsblokje is gesmolten (ongeveer 5 minuten, vraag aan de juf of meester wat jullie ondertussen kunnen doen).



# Instructieblad

## Proefje

6. Hoeveel water zit er in de maatbeker?
7. Doe nu een ijsblokje in het water in de andere maatbeker.
8. Wacht tot dit ijsblokje is gesmolten.
9. Hoeveel water zit er in deze maatbeker?
10. Lees nu samen de tekst op de volgende bladzijde: *Wat heeft dit proefje met zeespiegelstijging te maken?*
  
11. Maak de maatbekers leeg en droog ze af.
12. De ijsklontjes mogen ook weg, laat ze smelten in de gootsteen.
13. Droog de ijsklontjesvorm af.
14. Doe de ijsblokjesvorm en de maatbekers terug in het tasje.

### **Wat heeft dit proefje met zeespiegelstijging te maken?**

Er is een belangrijk verschil tussen de twee maatbekers: in de eerste maatbeker zit het ijs er al in als er water bij gaat, bij de andere komt het ijs er later bij. Als ijs dat al in water ligt smelt, dan gebeurt er niks met het waterpeil. Maar als er ijs in het water terecht komt en dan smelt, dan stijgt het waterpeil.

Op aarde, vooral op de Noordpool zijn veel gebieden waar ijs in de zee ligt. Dat noem je “zee-ijs”. Als dat ijs smelt, wat vaak gebeurt in de zomer op de Noordpool, dan gebeurt er niks met de zeespiegel. Dat is dus niet erg voor klimaatverandering. Maar er is ook ijs dat op het land ligt. Dat ijs heet “landijs”. Als dat landijs smelt dan loopt het water daarvan in de zee. Als er heel veel landijs smelt, dan stijgt het waterpeil van alle oceanen.



Antarctica, landijs en zee-ijs Foto Getty images

## Mali

### Proefje droogte en heftige regen

#### Wat zijn de gevolgen van droogte en heftige regen?

Dit proefje duurt 5 dagen. Jullie moeten elke dag iets doen.

Jullie gaan twee mandjes met aarde water geven. Eén mandje geven jullie elke dag een beetje water, het andere mandje aan het eind van de week een heleboel water tegelijk.

Welke aarde houdt het meeste water vast?

#### Wat heb je nodig?

Materiaal van milieueducatie	Materiaal van school
2 mandjes van gaas (één met blauw handvat)	Aarde
2 langwerpige grijze bakjes	water
2 flessen met dop (één met een blauwe streep)	theedoek
stopwatch	

#### Dag 1:

1. Zet de twee mandjes van gaas elk in een langwerpig grijs bakje.
2. Doe een laag aarde in beide mandjes.
3. Pak de twee flessen.
4. Doe 50 ml water in de fles zonder blauwe streep. De andere fles (met blauwe streep) blijft nu leeg.
5. Giet de 50 ml water voorzichtig over de aarde in het mandje met het blauwe handvat. In het andere mandje gaat geen water.
6. Wacht nu 2 minuten (gebruik de stopwatch).
7. Haal voorzichtig het mandje met het blauwe handvat uit het grijze bakje.
8. Zit er water in het grijze bakje? Zo ja: giet het water uit het grijze bakje in de fles met de blauwe streep. Zo nee: doe niks.
9. Zet het mandje terug in het grijze bakje.
10. Zet allebei de mandjes met grijze bakjes in de vensterbank op een zonnige plek.
11. Zet de flessen op een plek waar geen zon komt, bijvoorbeeld in een kast.



#### Dag 2:

1. Pak de twee flessen uit de kast of de andere donkere plek waar ze staan.
2. Herhaal stap 4 t/m 11 van dag 1.
3. Als er water in de grijze bak zit (stap 8), dan giet je dat dus in de fles met de blauwe streep, bij het water wat er eventueel al in zit.

# Instructieblad

## Proefje

### Dag 3:

Doe hetzelfde als op dag 2: het mandje met het blauwe handvat krijgt een beetje water, het andere niet. Komt er water uit de aarde in het grijze bakje, dan gaat dat in de fles met de blauwe streep.

### Dag 4:

Doe hetzelfde als op dag 2: het mandje met het blauwe handvat krijgt een beetje water, het andere niet. Komt er water uit de aarde in het grijze bakje, dan gaat dat in de fles met de blauwe streep.

### Dag 5:

Doe hetzelfde als op dag 2 en ga daarna door met deze stappen:

1. Doe 250 ml water in de fles zonder blauwe streep. Dat is net zo veel water als wat jullie in kleine beetjes bij de aarde in het mandje met het blauwe handvat hebben gegoten.
2. Pak het mandje **zonder** blauw handvat. Die heeft de hele week nog geen water gehad.
3. Giet al het water op de aarde in dat mandje.
4. Wacht nu 2 minuten (gebruik de stopwatch).
5. Haal voorzichtig het mandje zonder het blauwe handvat uit het grijze bakje.
6. Giet voorzichtig al het water uit het grijze bakje in de fles zonder blauwe streep, die je tot nu telkens gebruikte om water te geven.
7. Zet de twee flessen naast elkaar.
8. In welke fles zit het meeste water? Die van het mandje dat elke dag een beetje water kreeg, of die van het mandje dat in 1 keer heel veel water kreeg?
9. Lees nu samen de tekst: *Wat heeft dit proefje met droogte in Mali te maken?*
10. Doe de aarde uit de twee mandjes bij planten, in een pot of buiten.
11. Het water dat in de flessen zit, kun je bijvoorbeeld gebruiken om plantjes in de klas of op school water te geven.
12. Maak alle spullen schoon en droog en doe ze terug in het tasje.

### Wat heeft dit proefje met droogte in Mali te maken?

De mandjes uit het proefje stellen twee stukken land voor. Op het ene stuk land regent het af en toe. Daar blijft de grond altijd een beetje vochtig. Het andere stuk land blijft eerst heel lang droog en krijgt dan ineens een plensbui water over zich heen. Bij die bui spoelt heel veel water ook weg omdat droge grond het water niet kan goed kan opnemen.

Door klimaatverandering komt er steeds meer “extreem weer”. In Mali merken de mensen dat doordat het vaak lange tijd heel droog is. Net als in het mandje waar de hele tijd geen water in kwam. En als het regent, dan kan het ook heel erg lang en hard regenen. Net als in het proefje op de laatste dag. Dan kan de grond het water niet goed opnemen, en wordt dus snel weer droog. Op droge grond groeien planten, groente en fruit niet zo goed als op vochtige grond.

# Instructieblad

## Proefje

## Nederland

### Proefje stroomgebruik

#### Welke apparaten gebruiken veel of weinig energie?

Dit proefje duurt ongeveer 20 minuten en kan op één dag. Jullie gaan meten hoeveel energie verschillende apparaten gebruiken. Je kunt het proefje ook over meerdere dagen verdelen, dan meet je elke dag één of meer apparaten. Welke apparaten gebruiken veel en welke weinig energie?

#### Wat heb je nodig?

Materiaal van milieueducatie	Materiaal van school
Een energiemeter met verlengsnoer	Verschillende apparaten
	Papier
	Pennen of potloden

#### De stappen van het proefje:

1. Ga in de school op zoek naar verschillende apparaten met een stekker. Vraag aan je juf of meester waar je allemaal mag kijken of er apparaten staan. Schrijf op een blaadje welke apparaten het zijn en waar ze staan. Doe nog niks met de apparaten.
2. Laat jullie lijstje zien aan de juf of meester en overleg welke apparaten je mag onderzoeken, belangrijk is dat je de stekker van het apparaat even uit het stopcontact mag trekken. Jullie vraag aan de juf of meester is dus: *van welke van deze apparaten mogen we de stekker even uit het stopcontact trekken om te onderzoeken hoeveel energie het apparaat gebruikt?*
3. Kies ten minste drie apparaten om te onderzoeken.
4. Kies welk apparaat jullie als eerste gaan onderzoeken en ga ernaartoe.
5. Haal de stekker van het apparaat uit het stopcontact en steek hem in het stopcontact op de energiemeter.
6. Doe de stekker die aan het verlengsnoer van de energiemeter zit in het stopcontact. De stroom gaat nu door het verlengsnoer en door de energiemeter, naar het apparaat.

#### Voorbeelden van apparaten om te onderzoeken:

- Waterkoker
- Lamp
- Laptop (met oplader)
- Mobiele telefoon (met oplader)
- Koelkast
- Stofzuiger





# Instructieblad

## Proefje

7. Zet het apparaat aan.
8. Druk op de energiemeter op het knopje "Function" tot je in het midden "WATT" ziet staan. Onderaan staat nu hoeveel energie het apparaat gebruikt.
9. Schrijf op welk apparaat je onderzocht hebt en hoeveel Watt energie het apparaat gebruikt.
10. Doe het apparaat weer uit, haal de stekker uit de energiemeter en doe hem weer in het stopcontact in plaats van de stekker van het verlengsnoer die aan de energiemeter zit.
11. Ga naar het volgende apparaat en herhaal stap 5 t/m 10
12. Onderzoek zo van alle apparaten die je gekozen hebt hoeveel Watt energie ze gebruiken.
13. Lees dan samen de tekst: Wat heeft dit proefje met klimaatverandering te maken?
14. Zorg ervoor dat alle apparaten die je getest hebt weer aangesloten zijn zoals vóór het proefje.
15. De energiemeter mag aan het verlengsnoer blijven zitten.
16. Rol het snoer op en doe de meter met het opgerolde snoer terug in het tasje.

### Wat heeft dit proefje met klimaatverandering te maken?

Hoe meer Watt een apparaat gebruikt, des te meer energie moet er uit het stopcontact komen om het apparaat te laten werken. En om al die energie te maken, worden kolen en gas verbrand in elektriciteitscentrales. Dat zorgt voor CO<sub>2</sub> uitstoot, die weer de oorzaak is van klimaatverandering. Gelukkig zijn er ook manieren om energie op te wekken zonder CO<sub>2</sub> uit te stoten, met bijvoorbeeld windmolens of zonnepanelen, dat noemen je groene energie. Het duurt nog wel een tijdje voordat er genoeg groene energie is om alle elektriciteit die we nodig hebben op te wekken. Tot die tijd blijven we CO<sub>2</sub> uitstoten.

Hoe minder energie apparaten gebruiken, des te beter is het voor de aarde. Vooral in Europa en in de Verenigde Staten gebruiken mensen veel energie met al hun apparaten. Je kunt apparaten kiezen die weinig energie gebruiken en hetzelfde doen als apparaten die meer energie gebruiken. Van de meeste apparaten heb je types die meer en minder energie gebruiken. Let maar eens op in de winkel, op de doos van een apparaat staat altijd hoeveel Watt het apparaat gebruikt! Bijvoorbeeld bij lampen: ouderwetse gloeilampen die 100 Watt gebruikten kun je nu vervangen voor LED-lampen die evenveel licht geven en maar 12 Watt gebruiken.



# Instructieblad

## Proefje

### Siberië

#### Proefje over het smelten van permafrost

##### Wat gebeurt er met huizen als de bevroren grond waar ze op gebouwd zijn, smelt?

Dit proefje duurt een hele dag. Ook is er een dag nodig waarop dit proefje voorbereid moet worden. Vraag aan de juf of meester of de voorbereiding al is gedaan, of dat jullie dat nog zelf moeten doen.

Jullie gaan een huisje bouwen op zelfgemaakte permafrost: een mengsel van water en zand/aarde. Wat gebeurt er met het huisje als de bevroren grond smelt?

##### Wat heb je nodig?

Materiaal van milieueducatie	Materiaal van school
Grijze langwerpige bak	Aarde
Mini bakstenen (in blauwe zak)	Water
Diepvriesbakje voor zand/aarde	Een vriezer
	Theedoek
	Keukenpapier / toiletpapier

##### Dag 1 (voorbereiding):

1. Voor dit proefje moeten jullie de vriezer van school gebruiken. Vraag aan de juf of meester waar die is en welk plekje in de vriezer jullie mogen gebruiken.
2. Verzamel in het diepvriesbakje aarde bij de school, vraag aan de juf of meester waar jullie wat aarde mogen pakken, vul het bakje tot de helft ongeveer.
3. Neem het bakje mee naar de gootsteen en vul het voorzichtig met water, tot aan de rand in de zijkant.



4. Meng de grond goed met het water.
5. Doe de deksel op het bakje.
6. Breng het bakje naar de vriezer en zet het op de afgesproken plek. Het is handig om er even een briefje met jullie namen op te plakken.
7. Laat het grond/water mengsel bevriezen tot de dag dat jullie het proefje gaan uitvoeren. Dit is de zelfgemaakte permafrost.

# Instructieblad

## Proefje

### Dag 2 (het proefje):

1. Zorg dat je op tijd begint, liefst 's ochtends vroeg, maar in ieder geval voor de grote pauze!
2. Haal het bakje met de zelfgemaakte permafrost erin uit de vriezer.
3. Zet de grijze, langwerpige bak klaar op tafel.
4. Haal de deksel van het bakje en zet hem op z'n kop in de grijze bak.
5. Zorg dat het blok bevroren aarde uit het bakje loskomt en in de grijze bak komt te staan.
6. De platte kant van de bevroren aarde moet onderop zijn, zodat het blok aarde stevig, zonder te wiebelen, in de grijze bak staat.
7. Bouw nu met de minibaksteentjes een huisje op de bevroren grond. Werk goed samen en zorg dat iedereen een paar steentjes mag bouwen.
8. Is het huis klaar? Dan moeten jullie nu gaan wachten. Dat duurt best lang!
9. Kijk de rest van de dag elk uur naar het huis. Jullie kunnen ook elk uur een foto maken.
10. Wat gebeurt er naarmate het ijs in de grond smelt?
11. Lees samen de tekst: *Wat heeft dit proefje te maken met het smelten van de permafrost in Siberië?*

### Opruimen

1. Gooi de aarde en het zand gemengd met water buiten bij een boom of bij planten.
2. Spoel het bakje om en droog het af.
3. Maak de grijze bak schoon en droog.
4. Veeg de baksteentjes zo netjes mogelijk schoon met wat keukenpapier of toiletpapier en doe ze terug in de blauwe zak.
5. Doe alle spullen in het tasje.

### Wat heeft dit met het smelten van permafrost in Noord-Oost-Azië te maken?

In allerlei gebieden op de noordkant van de wereld is er permafrost. Dat is grond die altijd bevroren is. Bijvoorbeeld in Siberië of Mongolië. Mensen die daar wonen hebben hun huizen gebouwd op die harde, bevroren grond. Dat gaat al duizenden jaren prima.

Maar nu er klimaatverandering is en de wereld steeds warmer wordt, smelt de ijzige permafrost. Dat zorgt ervoor dat huizen die op die permafrost zijn gebouwd kunnen gaan verzakken of zelfs instorten. Net als het huis in het proefje.



Een huis zakt scheef door smeltende permafrost  
foto University of Iowa







# Instructieblad Atlasopdracht

## Australië

Materiaal milieueducatie	Materiaal van school
De JUNIOR Bosatlas 7 <sup>e</sup> editie	Computer website: <a href="https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat">https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat</a>
	Leeg blad of schriftje

### Inleiding

Voor deze opdrachten gebruik je de Junior Bosatlas 7<sup>e</sup> editie. Jullie gaan in deze opdracht wat meer leren over de landen die jullie in de komende lessen gaan onderzoeken. Jullie gaan antwoord geven op de volgende vragen:

- Waar ligt het land precies op de wereld?
- Welke weersomstandigheden heersen er in het land, hoe zijn deze verdeeld over het land?
- Welk klimaat heeft het land?
- Welke landschappen horen hierbij?
- Hoe is de bevolkingsdichtheid en hoe is deze verdeeld?

Als bonusvraag kunnen jullie nog gaan kijken welke invloed de klimaatveranderingen hebben op jullie land, Het beantwoorden van de bonusvragen doen jullie door in te loggen op de Bosatlas van Weer en Klimaat. De link naar de website staat in de materialen lijst hierboven en in de opdracht zelf.

### Opdracht 1

Zoek in de bladwijzer van de Atlas op welke pagina de overzichtskaart van jullie land zit en pak de kaart voor je.

- a. Schrijf het paginanummer op.
- b. Bij welk werelddeel hoort Australië?
- c. Tussen welke breedtegraden ligt Australië? (Deze kunnen jullie vinden aan de linker en de rechterkant van de kaart.)
- d. Ligt Australië op het noordelijk of het zuidelijk halfrond van de aarde?
- e. Kijk in de legenda onderaan de pagina. Is Australië een vlak land?
- f. Wat is het hoogste punt van Australië? Hoe hoog is dat punt?
- g. Hoe laag is het laagste punt van Australië?

### Opdracht 2

Ga voor deze opdracht naar de Inhoud van de Atlas. Zoek daar de kaart; 'De wereld – Landschap en klimaat.' Pak deze kaart voor je.

- a. Schrijf de paginanummers op.

Kijk naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in januari.'

- b. Welke hoeveelheden neerslag valt er in januari in Australië?
- c. Welk deel van Australië is het natst, en welk deel is het droogst?
- d. Hoe komt dat verschil denk je?
- e. Wat is de gemiddelde temperatuur in Australië in januari?

# Instructieblad

# Atlasopdracht

- f. Is het op dat moment zomer of winter?

Kijk nu naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in juli.'

- g. Is het in deze maanden droger, natter dan in januari?  
h. Hoe komt dat denk je? (denk aan de zonnestand en het ontstaan van neerslag)

## Opdracht 3

Zoek de kaart; 'De wereld Klimaat' en beantwoord de volgende vragen:

- a. Welke 7 klimaten heeft Australië?

De klimaten van Australië zijn te koppelen aan de temperaturen en neerslag hoeveelheden die jullie hebben onderzocht in de opdrachten 1 en 2.

- b. Leg uit wat deze koppeling tussen het weer en het klimaat is. Doe dit voor zowel de temperatuur als de neerslag.

## Opdracht 4

Zoek nu de kaart; 'De wereld Landschappen' en beantwoord de vragen.

- a. Welke 6 landschappen komen in Australië voor?  
b. Op welke manier komen deze landschappen overeen met de klimaten?  
c. Wanneer je kijkt naar de landschappen over de hele wereld, is het dan vreemd dat Australië veel droge landschappen heeft?  
d. Leg uit waarom jullie dat denken.

## Opdracht 5

Voor het maken van deze laatste vraag hebben jullie de kaart; 'De wereld – Bevolking' nodig. Je vindt deze kaart bij de Inhoud.

- a. Op welke pagina staat deze kaart in de Atlas?  
b. Is Australië dicht of dun bevolkt?  
c. Waar wonen de meeste mensen?  
d. Waarom is dat denk je? (zoek het verband met klimaten en landschappen bij je antwoord)

## Bonusvraag: Klimaatverandering

Gebruik voor het maken van deze vraag de link naar de Bosatlas van weer en klimaat:

<https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat> Bekijk de eerste (digitale) kaart; 'Extremer weer en veranderend klimaat.'

De klimaatverandering heeft op verschillende plekken op de wereld ook verschillende effecten die weer voor verschillende problemen zorgen. Kijk naar de kaart 2 Extreem weer 2015-2021 en zoek Australië.

- a. Welk extreem weer wordt genoemd voor Australië op deze kaart?  
b. Welke klimaatsverandering lijkt hier plaats te vinden?  
c. Wat zijn de gevolgen van deze weers- en klimaatveranderingen voor de natuur?  
d. Wat denken jullie dat de gevolgen van deze veranderingen zullen zijn voor de bevolkingsverspreiding over Australië?

# Instructieblad Atlasopdracht

## Brazilië

Materiaal milieueducatie	Materiaal van school
De JUNIOR Bosatlas 7 <sup>e</sup> editie	Computer website: <a href="https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat">https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat</a>
	Leeg blad of schriftje

### Inleiding

Voor deze opdrachten gebruiken jullie de Junior Bosatlas 7<sup>e</sup> editie. Jullie gaan in deze opdracht wat meer leren over de landen die jullie in de komende lessen gaat onderzoeken. Jullie gaan antwoord geven op de volgende vragen:

- Waar ligt het land precies op de wereld?
- Welke weersomstandigheden heersen er in het land, hoe zijn deze verdeeld over het land?
- Welk klimaat heeft het land?
- Welke landschappen horen hierbij?
- Hoe is de bevolkingsdichtheid en hoe is deze verdeeld?

Als bonusvraag kunnen jullie nog gaan kijken welke invloed de klimaatveranderingen hebben op jullie land, Het beantwoorden van de bonusvragen doe je door in te loggen op de Bosatlas van Weer en Klimaat. De link naar de website staat in de materialen lijst hierboven en in de opdracht zelf.

### Opdracht 1

Zoek in het register van de Atlas op welke pagina de overzichtskaart van jullie land zit en pak de kaart voor je.

- a. Schrijf het paginanummer op.
- b. Bij welk werelddeel hoort Brazilië?
- c. Tussen welke breedtegraden ligt Brazilië? (Deze kan je vinden aan de linker en de rechterkant van de kaart.)
- d. Ligt Brazilië op het noordelijk of het zuidelijk halfrond van de Aarde?
- e. Kijk in de legenda onderaan de pagina. Is Brazilië een vlak land?
- f. Wat is het hoogste punt van Brazilië? Hoe hoog is dat punt?
- g. Hoe heet de grote rivier die door Brazilië loopt?

### Opdracht 2

Ga voor deze opdracht naar de Inhoud van de Atlas. Zoek daar de kaart; 'De wereld – Landschap en klimaat.' Pak deze kaart voor je.

- a. Schrijf de paginanummers op.

Kijk naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in januari.'

- b. Welke hoeveelheid neerslag valt er in januari in Brazilië?
- c. Welk deel van Brazilië is het natst, en welk deel is het droogst?
- d. Hoe komt dat verschil denk je?
- e. Wat is de gemiddelde temperatuur in Brazilië in januari ongeveer?

# Instructieblad

## Atlasopdracht

- f. Is het dan zomer of winter?

Kijk nu naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in juli.'

- g. Is het in deze maanden droger, natter dan in januari?  
h. Hoe komt dat denk je? (denk aan de zonnestand en het ontstaan van neerslag)

### Opdracht 3

Zoek de kaart; 'De wereld Klimaat' en beantwoord de volgende vragen:

- a. Welke 2 klimaten heeft Brazilië?

De klimaten van Brazilië zijn te koppelen aan de temperaturen en neerslag hoeveelheden die jullie hebben onderzocht bij de opdrachten 1 en 2.

- b. Leg uit wat deze koppeling tussen het weer en het klimaat is. Doe dit voor zowel de temperatuur als de neerslag.

### Opdracht 4

Zoek nu de kaart; 'De wereld Landschappen' en beantwoord de vragen.

- a. Welke 4 landschappen komen in Brazilië voor?  
b. Op welke manier komen deze landschappen overeen met de klimaten?  
c. Brazilië heeft veel tropische landschappen, waarom is dat denken jullie?

### Opdracht 5

Voor het maken van deze laatste vraag heb je de kaart; 'Zuid- Amerika – Bevolkingsdichtheid' nodig. Je vindt deze kaart bij de Inhoud.

- a. Op welke pagina staat deze kaart in de Atlas?  
b. Is Brazilië dicht of dun bevolkt?  
c. Waar wonen de meeste mensen?  
d. Waarom is dat denk je?

### Bonusvraag: Klimaatverandering

Gebruik voor het maken van deze vraag de link naar de Bosatlas van weer en klimaat:

<https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat> Bekijk de eerste (digitale) kaart; 'Extremer weer en veranderend klimaat.'

De klimaatverandering heeft op verschillende plekken op de wereld ook verschillende effecten die weer voor verschillende problemen zorgen. Kijk naar de kaart 1 en 2 Extreem weer 2015-2021 en zoek Brazilië.

- a. De meeste problemen die hier omschreven worden gaan over het weer en het klimaat. Voor Brazilië speelt dit een minder belangrijke rol. Toch gebeuren er dingen in Brazilië die van grote invloed zijn op de klimaatveranderingen over de hele wereld. Ze staan er zelfs aan de basis van. Wat gebeurt er in Brazilië dat zulke grote invloed op het wereldwijde klimaat heeft?  
b. Behalve op het klimaat hebben deze gebeurtenissen ook invloed op de natuur, welke invloed bedoelen we?

# Instructieblad Atlasopdracht

## Groenland

Materiaal milieueducatie	Materiaal van school
De JUNIOR Bosatlas 7 <sup>e</sup> editie	Computer website: <a href="https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat">https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat</a>
	Leeg blad of schriftje

### Inleiding

Voor deze opdrachten gebruiken jullie de Junior Bosatlas 7<sup>e</sup> editie. Jullie gaan in deze opdracht wat meer leren over de landen die jullie in de komende lessen gaan onderzoeken. Jullie gaan antwoord geven op de volgende vragen:

- Waar ligt het land precies op de wereld?
- Welke weersomstandigheden heersen er in het land, hoe zijn deze verdeeld over het land?
- Welk klimaat heeft het land?
- Welke landschappen horen hierbij?
- Hoe is de bevolkingsdichtheid en hoe is deze verdeeld?

Als bonusvraag kunnen jullie nog gaan kijken welke invloed de klimaatveranderingen hebben op jullie land, Het beantwoorden van de bonusvragen doe je door in te loggen op de Bosatlas van Weer en Klimaat. De link naar de website staat in de materialen lijst hierboven en in de opdracht zelf.

### Opdracht 1

Zoek in de bladwijzer of in het register van de Atlas op welke pagina de overzichtskaart van jullie land zit en pak de kaart voor je.

- a. Schrijf het paginanummer op.
- b. Bij welk werelddeel hoort Groenland?
- c. Tussen welke breedtegraden ligt Groenland? (Deze kan je vinden aan de linker en de rechterkant van de kaart.)
- d. Ligt Groenland op het noordelijk of het zuidelijk halfrond van de Aarde?
- e. Kijk in de legenda onderaan de pagina. Waarom is Groenland wit?
- f. Wat is het hoogste punt van Groenland? Hoe hoog is dat punt?

### Opdracht 2

Ga voor deze opdracht naar de Inhoud van de Atlas. Zoek daar de kaart; 'De wereld – Landschap en klimaat.' Pak deze kaart voor je.

- a. Schrijf de paginanummers op.

Kijk naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in januari.'

- b. Tussen welke hoeveelheden neerslag valt er in januari in Groenland?
- c. Welk deel van Groenland is het natst, en welk deel is het droogst?
- d. Wat is de gemiddelde temperatuur in Groenland in januari?
- e. Hoe komt het dat het in Groenland zo koud is?
- f. Is het in januari zomer of winter in Groenland?



# Instructieblad

## Atlasopdracht

Kijk nu naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in juli.'

- g. Is het in deze maanden droger, natter dan in januari?
- h. Is het warmer of kouder dan in januari?

### Opdracht 3

Zoek de kaart; 'De wereld Klimaat' en beantwoord de volgende vragen:

- a. Welke 2 klimaten heeft Groenland?

De klimaten van Groenland zijn vooral te koppelen aan de temperaturen die jullie hebben onderzocht in de opdrachten 1 en 2.

- b. Leg uit wat deze koppeling tussen het weer en het klimaat is. Doe dit voor zowel de temperatuur als de neerslag.

### Opdracht 4

Zoek nu de kaart; 'De wereld Landschappen' en beantwoord de vragen.

- a. Welk landschap komt in Groenland voor?
- b. Kunnen jullie uitleggen wat landijs is?
- c. Hoe ontstaat landijs?
- d. Wanneer je goed naar deze kaart kijkt dan zijn er nog meer plekken op de aarde met hetzelfde landschap. Wat is de naam van de lijn waarboven de meeste van deze landschappen liggen?

### Opdracht 5

Voor het maken van deze laatste vraag hebben jullie de kaart; 'De wereld – Bevolking' nodig. Je vindt deze kaart bij de Inhoud.

- a. Op welke pagina staat deze kaart in de Atlas?
- b. Is Groenland dicht of dun bevolkt?
- c. Waarom is dat denk je? (zoek het verband met klimaten en landschappen bij je antwoord)

### Bonusvraag: Klimaatverandering

Gebruik voor het maken van deze vraag de link naar de Bosatlas van weer en klimaat:

<https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat> Bekijk de eerste (digitale) kaart; 'Extremer weer en veranderend klimaat.'

De klimaatverandering heeft op verschillende plekken op de wereld ook verschillende effecten die weer voor verschillende problemen zorgen. Kijk naar de tabel 3: 'Waargenomen en verwachte effecten van klimaatverandering.'

- a. Welk van de in de tabel en bijbehorende tekst genoemde effecten van klimaatverandering komen volgens jullie voor in Groenland?
- b. De gevolgen van wat er gebeurd in Groenland zijn merkbaar over de hele wereld. Kunnen jullie uitleggen hoe dit precies zit?
- c. Wat zijn de gevolgen van deze weers- en klimaatveranderingen voor de natuur en/of dieren op Groenland?

# Instructieblad Atlasopdracht

## Kiribati

Materiaal milieueducatie	Materiaal van school
De JUNIOR Bosatlas 7 <sup>e</sup> editie	Computer website: <a href="https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat">https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat</a>
	Leeg blad of schriftje

### Inleiding

Voor deze opdrachten gebruiken jullie de Junior Bosatlas 7<sup>e</sup> editie. Jullie gaan in deze opdracht wat meer leren over de landen die je in de komende lessen gaat onderzoeken. Jullie gaan antwoord geven op de volgende vragen:

- Waar ligt het land precies op de wereld?
- Welke weersomstandigheden heersen er in het land, hoe zijn deze verdeeld over het land?
- Welk klimaat heeft het land?
- Welke landschappen horen hierbij?
- Hoe is de bevolkingsdichtheid en hoe is deze verdeeld?

Als bonusvraag kunnen jullie nog gaan kijken welke invloed de klimaatveranderingen hebben op jullie land, Het beantwoorden van de bonusvragen doe je door in te loggen op de Bosatlas van Weer en Klimaat. De link naar de website staat in de materialen lijst hierboven en bij de opdracht zelf.

### Opdracht 1

Zoek in het register van de Atlas op welke pagina de overzichtskaart van jullie eilandengroep zit en pak de kaart voor je.

- a. Schrijf het paginanummer op.
- b. Bij welk werelddeel hoort Kiribati?
- c. Tussen welke breedtegraden ligt Kiribati? (Deze kan je vinden aan de linker en de rechterkant van de kaart.)
- d. Ligt Kiribati op het noordelijk of het zuidelijk halfrond van de Aarde?
- e. Kijk in de legenda onderaan de pagina van 'Oceanië Hoog en Laag'. Is Kiribati een vlakke eilandengroep of bergachtig?
- f. Wanneer je nog een keer kijkt naar de legenda van 'Oceanië Hoog en Laag' Hoe hoog schatten jullie in dat deze eilandengroep ligt ten opzichte van de zeespiegel?

### Opdracht 2

Ga voor deze opdracht naar de Inhoud van de Atlas. Zoek daar de kaart; 'De wereld – Landschap en klimaat.' Pak deze kaart voor je.

- a. Schrijf de paginanummers op.

Kijk naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in januari.' Kiribati is niet goed zichtbaar op deze kaart van de hele aarde. Daar is de eilandengroep te klein voor. Jullie moeten voor het beantwoorden van de volgende vragen een inschatting maken door te kijken naar de landen die in de omgeving van Kiribati liggen.

- b. Schat in welke hoeveelheden neerslag er in januari valt in Kiribati?

# Instructieblad Atlasopdracht

- c. Schat in wat de gemiddelde temperatuur in Kiribati is in januari?
- d. Is het dan zomer of winter?

Kijk nu naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in juli.'

- e. Is het in deze maanden droger, natter, of vrijwel gelijk als in januari?
- f. Hoe komt dat denk je? (denk aan de zonnestand en het ontstaan van neerslag)

### Opdracht 3

Zoek de kaart; 'De wereld Klimaat' en beantwoord de volgende vragen. Ook hier moet je een schatting maken door naar de landen in de omgeving te kijken.

- a. Welk klimaat heeft Kiribati denk je?

Het klimaat van Kiribati is te koppelen aan de temperaturen en neerslag hoeveelheden die jullie hebben onderzocht in de opdrachten 1 en 2.

- b. Leg uit wat deze koppeling tussen het weer en het klimaat is. Doe dit voor zowel de temperatuur als de neerslag.

### Opdracht 4

Voor deze laatste vraag moet je nog een keer de kaart 'Oceanië Landen en steden' opzoeken.

- a. Uit welke eilanden groepen bestaat Kiribati?
- b. Wat is de hoofdstad van Kiribati?
- c. Wat betekenen de rode stippelijntjes die om Kiribati heenlopen?
- d. Wat wordt daar precies mee bedoeld volgens jullie?

### Bonusvraag: Klimaatverandering

Gebruik voor het maken van deze vraag de link naar de Bosatlas van weer en klimaat:

<https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat> Bekijk de eerste (digitale) kaart; 'Extremer weer en veranderend klimaat.'

De klimaatverandering heeft op verschillende plekken op de wereld ook verschillende effecten die weer voor verschillende problemen zorgen. Kijk naar de tabel 3 'Waargenomen en verwachten effecten van klimaatveranderingen' en lees de bijbehorende tekst.

- a. Welk van de in de tabel en bijbehorende tekst genoemde effecten van klimaatverandering komen volgens jullie voor in Kiribati?
- b. Probeer uit te leggen waarom deze gebeurtenis voor Kiribati zo een enorm probleem is?
- c. Denk je dat dit effect van de klimaatverandering ook voor Nederland een probleem is? Leg uit waarom jullie dat denken

# Instructieblad Atlasopdracht

## Mali

Materiaal milieueducatie	Materiaal van school
De JUNIOR Bosatlas 7 <sup>e</sup> editie	Computer website: <a href="https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat">https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat</a>
	Leeg blad of schriftje

### Inleiding

Voor deze opdrachten gebruiken jullie de Junior Bosatlas 7<sup>e</sup> editie. Jullie gaan in deze opdracht wat meer leren over de landen die je in de komende lessen gaat onderzoeken. Jullie gaan antwoord geven op de volgende vragen:

- Waar ligt het land precies op de wereld?
- Welke weersomstandigheden heersen er in het land, hoe zijn deze verdeeld over het land?
- Welk klimaat heeft het land?
- Welke landschappen horen hierbij?
- Hoe is de bevolkingsdichtheid en hoe is deze verdeeld?

Als bonusvraag kunnen jullie nog gaan kijken welke invloed de klimaatveranderingen hebben op jullie land, Het beantwoorden van de bonusvragen doe je door in te loggen op de Bosatlas van Weer en Klimaat. De link naar de website staat in de materialen lijst hierboven en bij de opdracht zelf.

### Opdracht 1

Zoek in het register van de Atlas op welke pagina de overzichtskaart van jullie land zit en pak de kaart voor je.

- a. Schrijf het paginanummer op.
- b. Bij welk werelddeel hoort Mali?
- c. Tussen welke breedtegraden ligt Mali? (Deze kan je vinden aan de linker en de rechterkant van de kaart.)
- d. Ligt Mali op het noordelijk of het zuidelijk halfrond van de Aarde?
- e. Kijk in de legenda onderaan de pagina van 'Afrika Hoog en laag'. Is Mali een vlak land?
- f. Wat is het hoogste punt van Mali? Hoe hoog is dat punt?
- g. Welke rivier loopt door Mali?

### Opdracht 2

Ga voor deze opdracht naar de Inhoud van de Atlas. Zoek daar de kaart; 'De wereld – Landschap en klimaat.' Pak deze kaart voor je.

- a. Schrijf de paginanummers op.

Kijk naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in januari.'

- b. Welke hoeveelheid neerslag valt er in januari in Mali?
- c. Wat is de gemiddelde temperatuur in Mali in januari?
- d. Is het dan zomer of winter?

Kijk nu naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in juli.'

# Instructieblad

## Atlasopdracht

- e. Is het in deze maanden droger, natter of even droog/nat als in januari?
- f. Hoe komt dat denk je? (denk aan de ligging op Aarde)

### Opdracht 3

Zoek de kaart; 'De wereld Klimaat' en beantwoord de volgende vragen:

- a. Welke 3 klimaten heeft Mali?

De klimaten van Mali zijn te koppelen aan de temperaturen en neerslag hoeveelheden die jullie hebben onderzocht in de opdrachten 1 en 2.

- b. Leg uit wat deze koppeling tussen het weer en het klimaat is. Doe dit voor zowel de temperatuur als de neerslag.

### Opdracht 4

Zoek nu de kaart; 'De wereld Landschappen' en beantwoord de vragen.

- a. Welke 3 landschappen komen er in Mali voor?
- b. Op welke manier komen deze landschappen overeen met de klimaten?
- c. Wanneer je kijkt naar de landschappen over de hele wereld, is het dan vreemd dat Mali veel droge landschappen heeft?
- d. Leg uit waarom jullie dat denken.

### Opdracht 5

Voor het maken van deze laatste vraag heb je de kaart; 'De Afrika – Bevolkingsdichtheid' nodig. Je vindt deze kaart in de Inhoud.

- a. Op welke pagina staat deze kaart in de Atlas?
- b. Is Mali dicht of dun bevolkt?
- c. In welk deel van Mali wonen de meeste mensen?
- d. Waarom is dat denken jullie? (zoek het verband met klimaten en landschappen bij je antwoord)

### Bonusvraag: Klimaatverandering

Gebruik voor het maken van deze vraag de link naar de Bosatlas van weer en klimaat:

<https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat> Bekijk de derde (digitale) kaart; 'Toekomst scenario's voor de wereld.' Lees de teksten en bekijk de plaatjes.

De klimaatverandering heeft op verschillende plekken op de wereld ook verschillende effecten die weer voor verschillende problemen zorgen. Zoek op de afbeeldingen 4 en 5 Mali.

- a. Heeft Mali last van een stijgende temperatuur?
- b. Is er sprake van neerslagverandering in Mali? Zo ja, is er een toename of een afname?
- c. Wat zijn de gevolgen van deze temperatuur en neerslag veranderingen voor de natuur in Mali?
- d. Wat denken jullie dat de gevolgen van deze veranderingen zullen zijn voor de bevolkings spreiding in Mali?

# Instructieblad Atlasopdracht

## Nederland

Materiaal milieueducatie	Materiaal van school
De JUNIOR Bosatlas 7 <sup>e</sup> editie	Computer website: <a href="https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat">https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat</a>
	Leeg blad of schriftje

### Inleiding

Voor deze opdrachten gebruiken jullie de Junior Bosatlas 7<sup>e</sup> editie. Jullie gaan in deze opdracht wat meer leren over de landen die jullie in de komende lessen gaat onderzoeken. Jullie gaan antwoord geven op de volgende vragen:

- Waar ligt het land precies op de wereld?
- Welke weersomstandigheden heersen er in het land, hoe zijn deze verdeeld over het land?
- Welk klimaat heeft het land?
- Welke landschappen horen hierbij?
- Hoe is de bevolkingsdichtheid en hoe is deze verdeeld?

Als bonusvraag kunnen jullie nog gaan kijken welke invloed de klimaatveranderingen hebben op jullie land, Het beantwoorden van de bonusvragen doen jullie door in te loggen op de Bosatlas van Weer en Klimaat. De link naar de website staat in de materialen lijst hierboven.

### Opdracht 1

Zoek in het register van de Atlas de kaart 'Nederland Hoog en laag' en pak de kaart voor je.

- a. Schrijf het paginanummer op.
- b. Ligt Nederland helemaal boven de zeespiegel?
- c. Welke delen van Nederland liggen lager? Kies er twee uit: West, Oost, Zuid, Noord.
- d. Ligt Nederland op het noordelijk of het zuidelijk halfrond van de Aarde?
- e. Kijk in de legenda onderaan de pagina. Is Nederland een vlak land?
- f. Wat is het hoogste punt van Nederland? Hoe hoog is dat punt?

### Opdracht 2

Ga voor deze opdracht naar de Inhoud van de Atlas. Zoek daar de kaart; 'Nederland – Weer en Klimaat' Pak deze kaart voor je.

- a. Schrijf de paginanummers op.

Kijk naar de kaart; 'Temperatuur in de winter en Neerslag.'

- b. Tussen welke hoeveelheden neerslag valt er in Nederland?
- c. Wat is de gemiddelde temperatuur in de winter?
- d. In welk deel van Nederland is het kouder in de winter? (Oost, West, Zuid, Noord)

Kijk nu naar de kaart; 'Temperatuur in de zomer.'

- e. In welk deel van Nederland is het warmer in de zomer? (Oost, West, Zuid, Noord)
- f. Kunnen jullie uitleggen hoe het komt dat in het westen van Nederland in de zomer koeler is en in de winter warmer is dan de rest van Nederland. (Denk aan verschillen tussen land en zee)

# Instructieblad

# Atlasopdracht

## Opdracht 3

Zoek de kaart; 'De Europa Klimaat' en beantwoord de volgende vragen:

- a. Welk klimaat heeft Nederland?

Het klimaat van Nederland is te koppelen aan de temperaturen en neerslag hoeveelheden die jullie hebben onderzocht in de opdrachten 1 en 2.

- b. Leg uit wat deze koppeling tussen het weer en het klimaat is. Doe dit voor zowel de temperatuur als de neerslag. Dus welke zomer en winter temperaturen en neerslaghoeveelheden horen bij het klimaat in Nederland.

## Opdracht 4

Zoek nu de kaart; 'Nederland Landschappen' en beantwoord de vragen.

- a. In welke twee delen is de legenda van de kaart verdeeld?
- b. Wanneer je kijkt naar deze verdeling dan zijn de landschappen van het ene deel droog en de landschappen van het andere deel nat. Welk deel is droog en welk deel is nat?
- c. Welke landschappen zijn het meest vruchtbaar denk je?
- d. Leg uit waarom jullie dat denken.

## Opdracht 5

Voor het maken van deze laatste vraag heb je de kaart; 'Nederland – Bevolking' nodig. Je vindt deze kaart bij de Inhoud.

- a. Op welke pagina staat deze kaart in de Atlas?
- b. Is Nederland dicht of dun bevolkt?
- c. In welk deel van Nederland wonen de meeste mensen?

## Bonusvraag: Klimaatverandering.

Gebruik voor het maken van deze vraag de link naar de Bosatlas van weer en klimaat:

<https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat> Bekijk de derde (digitale) kaart 7; 'Stijgend Water' Lees de teksten en bekijk de plaatjes.

De klimaatverandering heeft op verschillende plekken op de wereld ook verschillende effecten die weer voor verschillende problemen zorgen.

- a. Waarom is Nederland extra gevoelig voor de gevolgen van klimaatverandering?
- b. Welke gevolgen van de klimaatverandering worden in de tekst genoemd voor Nederland?
- c. Noem 4 maatregelen die Nederland neemt om de wateroverlast als gevolg van de klimaatverandering tegen te gaan
- d. Noem 4 gevolgen van de klimaatverandering 'hittegolven en droogte'.



# Instructieblad

## Atlasopdracht

### Siberië

Materiaal milieueducatie	Materiaal van school
De JUNIOR Bosatlas 7 <sup>e</sup> editie	Computer website: <a href="https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat">https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat</a>
	Leeg blad of schriftje

#### Inleiding

Voor deze opdrachten gebruiken jullie de Junior Bosatlas 7<sup>e</sup> editie. Jullie gaan in deze opdracht wat meer leren over de landen die jullie in de komende lessen gaan onderzoeken. Jullie gaan antwoord geven op de volgende vragen:

- Waar ligt het land precies op de wereld?
- Welke weersomstandigheden heersen er in het land, hoe zijn deze verdeeld over het land?
- Welk klimaat heeft het land?
- Welke landschappen horen hierbij?
- Hoe is de bevolkingsdichtheid en hoe is deze verdeeld?

Als bonusvraag kunnen jullie nog gaan kijken welke invloed de klimaatveranderingen hebben op jullie land, Het beantwoorden van de bonusvragen doe je door in te loggen op de Bosatlas van Weer en Klimaat. De link naar de website staat in de materialen lijst hierboven en bij de opdracht zelf.

#### Opdracht 1

Zoek in het register van de Atlas op welke pagina de overzichtskaart van jullie gebied zit en pak de kaart voor je.

- Schrijf het paginanummer op.
- Bij welk werelddeel hoort Siberië? (denk goed na voordat je het antwoord opschrijft)
- Ligt Siberië boven of onder de 60 graden breedtegraad? (Deze kan je vinden aan de linker en de rechterkant van de kaart.)
- Ligt Siberië op het noordelijk of het zuidelijk halfrond van de Aarde?
- Wat is het hoogste punt van Siberië? Hoe hoog is dat punt? (let op Siberië loopt helemaal door tot de Beringzee)

#### Opdracht 2

Ga voor deze opdracht naar de Inhoud van de Atlas. Zoek daar de kaart; 'De wereld – Landschap en klimaat.' Pak deze kaart voor je.

- Schrijf de paginanummers op.

Kijk naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in januari.'

- Tussen welke hoeveelheden neerslag valt er ongeveer in januari in Siberië?
- Wat is de gemiddelde temperatuur in Siberië in januari?
- Hoe komt het dat het in Siberië zo koud is?

Kijk nu naar de kaart; 'Temperatuur en neerslag in juli.'

- Is het in deze maanden droger, natter dan in januari?

# Instructieblad

## Atlasopdracht

- f. Is het warmer of kouder dan in januari?

### Opdracht 3

Zoek de kaart; 'De wereld Klimaat' en beantwoord de volgende vragen:

- a. Welke 3 klimaten heeft Siberië?

De klimaten van Siberië zijn vooral te koppelen aan de temperaturen die jullie hebben onderzocht in de opdrachten 1 en 2.

- b. Leg uit wat deze koppeling tussen het weer en het klimaat is. Doe dit voor zowel de temperatuur als de neerslag.

### Opdracht 4

Zoek nu de kaart; 'De wereld Landschappen' en beantwoord de vragen.

- a. Welke 2 landschappen komen in Siberië voor?
- b. In Siberië zit permafrost in de bodem. Dat betekent dat de bodem eigenlijk het hele jaar door bevroren is. Dit komt eigenlijk alleen voor in gebieden waar het heel erg koud is maar waar geen landijs ligt. Wanneer je kijkt naar landschappen en klimaten kaarten. In welke landen op aarde verwachten jullie dan nog meer permafrost in de bodem?
- c. Welke 2 klimaten komen in Siberië voor?
- d. Wat denken jullie, is er veel begroeiing in Siberië? Waarom denken jullie dat?

### Opdracht 5

Voor het maken van deze laatste vraag heb je de kaart; 'De wereld – Bevolking' nodig. Je vindt deze kaart bij de Inhoud.

- a. Op welke pagina staat deze kaart in de Atlas?
- b. Is Siberië dicht of dun bevolkt?
- c. Waarom is dat denk je? (zoek het verband met klimaten en landschappen bij je antwoord)

### Bonusvraag: Klimaatverandering

Gebruik voor het maken van deze vraag de link naar de Bosatlas van weer en klimaat:

<https://view.publitas.com/noordhoff-atlassen-and-additionals/de-bosatlas-van-weer-en-klimaat> Bekijk de eerste (digitale) kaart; 'Extremer weer en veranderend klimaat.'

De klimaatverandering heeft op verschillende plekken op de wereld ook verschillende effecten die weer voor verschillende problemen zorgen. Kijk naar de tabel 2 en 3 Waargenomen en verwachte effecten van klimaatverandering.

- a. Welk van de in de tabel en bijbehorende tekst genoemde effecten van klimaatverandering komen volgens jou voor in Siberië? (denk hierbij aan vraag 4)
- b. De gevolgen van wat er gebeurd in Siberië zijn merkbaar over de hele wereld. Kan jij uitleggen hoe dit precies zit?
- c. Wat zijn de gevolgen van deze effecten van de weers- en klimaatveranderingen voor de natuur en/of bevolking in Siberië? (denk ook aan proefjes die je misschien al hebt gedaan)





## Australië

### Titel: Australië somber over toekomst Great Barrier Reef

**Auteur:** NOS Nieuws

**Datum:** 30-08-2019

**Bron:** <https://nos.nl/artikel/2299566-australie-somber-over-toekomst-great-barrier-reef>

De organisatie die het Great Barrier Reef bij Australië beheert, is somber over de toekomst van het koraal. In een vijfjaarlijks rapport wordt de toekomst van het ecosysteem niet langer gekwalificeerd als slecht, maar als zeer slecht.

De grootste bedreiging is klimaatverandering, gevolgd door ontwikkeling van de kustlijn, het weglekken van giftige stoffen in zee en illegale visserij. De opwarming van het zeewater heeft op grote schaal verbleking van het koraal veroorzaakt in 2016 en 2017. Dat leidde tot een "ongekend en wijdverbreid" verlies van koraal, stellen de onderzoekers.

De voorzitter van de beheerorganisatie noemt het rapport ontnuchterend. Collectieve actie is volgens hem noodzakelijk. "De uitdaging om het rif te laten herstellen is enorm, maar het is niet onmogelijk", staat in het rapport van de Great Barrier Reef Marine Park Authority.

Van alle onderzochte planten en dieren in het ecosysteem is 60 procent nog in goede tot zeer goede staat. Maar de overige zijn er slecht tot zeer slecht aan toe, concluderen de onderzoekers.

Sinds het vorige onderzoek uit 2014 zijn er ook lichtpuntjes: initiatieven in toerisme en havens om meer rekening te houden met het milieu hebben hier en daar geleid tot een lichte verbetering van de waterkwaliteit.

### Negatieve invloed

Australië heeft een speciale overheidsfunctionaris aangesteld voor het koraalrif. Die zei recent in een interview dat hij zich in eerste instantie wil richten op het tegengaan van plastic afval. Daarentegen waarschuwde hij ook klimaatactivisten dat ze een negatieve invloed hebben op het toerisme en de economie in de regio. Jaarlijks bezoeken zo'n 2 miljoen mensen het koraal voor de oostkust van Australië en veel bewoners zijn daarvan voor hun bestaan afhankelijk.

In een reactie op het rapport zegt de Australische minister van Milieu dat ze de problemen erkent en dat Australië veel kan doen om het rif weerbaarder te maken. "De overheid neemt maatregelen om de wereldwijde uitstoot te verminderen en we investeren 1,2 miljard dollar in het aanpakken van bedreigingen zoals waterkwaliteit en zwerfvuil op zee."



Verbleekt koraalrif op een foto van het Wereldnatuurfonds

## Brazilië

### Titel: Bosgebieden zo groot als tien keer Nederland kaalgekapt

**Auteur:** Heleen Ekker

**Datum:** 13-01-2021

**Bron:** <https://nos.nl/artikel/2364140-bosgebieden-zo-groot-als-tien-keer-nederland-kaalgekapt>

Bosgebieden ter grootte van tien keer Nederland zijn in de periode 2004-2017 verloren gegaan, vooral om ruimte te maken voor landbouw. Het gaat om 43 miljoen hectare tropische bossen in Azië, Zuid-Amerika en Afrika, staat in een rapport van het Wereld Natuur Fonds.

Volgens het WNF speelt Nederland hierin een onevenredig grote rol. Door de invoer van (en handel in) vooral soja voor veeteelt, zorgt Nederland voor ontbossing in andere landen.

Voor het rapport is gekeken naar de gebieden waar de ontbossing het hevigst is. Het WNF komt tot 24 'hotspots' waar bossen of delen ervan zijn verdwenen. Negen van die gebieden liggen in Zuid-Amerika, vooral in de Amazone en in de Cerrado in Brazilië. Als gevolg hiervan zijn populaties wilde dieren volgens WNF met een alarmerende snelheid afgenomen.

In Azië gaat het om zeven gebieden, waarbij Indonesië en Maleisië door WNF 'top-ontbossers' worden genoemd. Het gaat om leefgebied van verschillende bedreigde diersoorten zoals tijgers en olifanten. De overige acht gebieden liggen in Afrika, zoals op Madagaskar.

Ontbossing is volgens het Wereld Natuur Fonds niet alleen slecht voor wilde dieren. Het verergert ook het klimaatprobleem, zegt WNF-bossenexpert Merijn van Leeuwen.

### CO<sub>2</sub>-uitstoot

"Wat bossen wereldwijd aan CO<sub>2</sub> hebben opgeslagen in hout, wortels en veen, is evenveel als wat de gehele mensheid in zeven jaar uitstoot. Dat is dus ontzettend veel", zegt Van Leeuwen. Ontbossing daarentegen zorgt voor 13 procent van de totale uitstoot van broeikasgassen. Het verdwijnen van bos heeft daarnaast ook een grote impact op de biodiversiteit en de bestaansmiddelen en het welzijn van lokale gemeenschappen.

De bossen worden vooral gekapt voor vijf producten: soja (voor veevoer), vlees, cacao, palmolie en hout. Van deze hebben veeteelt en het verbouwen van soja de grootste impact.

Binnen de Europese Unie is Nederland de grootste importeur van soja, palmolie en cacao. Daarnaast investeert ons land relatief veel in de veeteelt in Zuid-Amerika. Volgens Van Leeuwen is Nederland hiermee een relatief grote aanjager van ontbossing.

### Ontbossing op je bord

"Gelukkig werkt de Europese Unie al aan wetgeving die het kappen van tropische bossen moet tegengaan", zegt de WNF-deskundige. "Meer dan een miljoen mensen hebben om zo'n bossenwet gevraagd, die ervoor zorgt dat producten die voor ontbossing hebben gezorgd niet meer op de Europese markt terecht kunnen komen. Veel burgers hebben bij ons aangegeven: wij willen geen ontbossing op ons bord."

*Lees verder op de volgende bladzijde*

# Artikel

Zo lang die wet er nog niet is, kun je er als consument al wel voor kiezen om meer plantaardig te eten, zegt Van Leeuwen verder. Een sojaburger is volgens WNF nog altijd veel beter dan een gewone hamburger. "Als je een vleesburger eet, wordt daar vijf keer zoveel land voor gebruikt als voor een sojaburger." Want in veevoer zit niet alleen soja, maar ook graan en gras.

## Toenemende versnippering

Opvallend in het nieuwe rapport is dat er verder is gekeken dan de directe ontbossing en grootschalige landbouw die ervoor in de plaats komt. In een nog veel groter gebied, namelijk bijna 200 miljoen hectare, vindt een toenemende versnippering plaats.

"Dan blijft er wel een deel van het bos staan", zegt Van Leeuwen, "maar toch verdwijnen er zoveel bomen dat de biodiversiteit wordt aangetast en dat ook het lokale klimaat erdoor verandert. Dit gebeurt bijvoorbeeld in de Amazone, waar je ziet dat het gebied droger wordt."

WNF pleit ervoor dat Nederland zich inspant voor 'ontbossingsvrije handel'. Ook kan Nederland andere landen helpen. Zo is er in Brazilië inmiddels veel braakliggende grond, die ook ingezet zou kunnen worden voor de landbouw. Hiermee kan de verwachte groei van soja tot 2030 worden opgevangen, zonder nog een boom te kappen.

## Corona

Overigens heeft ook de coronacrisis volgens WNF aangetoond dat de mensheid anders met bossen moet omgaan. "Als bossen gezond zijn, vormen ze een buffer tegen ziekten als covid-19. Maar als bossen worden aangevallen, zijn hun waarborgen verzwakt en kan dat leiden tot de verspreiding van ziekten", stelt het rapport.

Van Leeuwen licht toe: "In bossen is sprake van een ecosysteem dat zichzelf in evenwicht houdt, inclusief virussen en parasieten. Maar als het ecosysteem uit balans raakt, als gevolg van het kappen van bomen, kan een virus gemakkelijker overgaan op andere soorten, en uiteindelijk overspringen op de mens."



Uit het WNF-rapport: de rode gebieden tonen de ontbossing in Brazilië



# Artikel

## Groenland

### Titel: Niet eerder zo weinig ijs op de Noordpool in het najaar sinds begin metingen

**Auteur:** Heleen Ekker

**Datum:** 06-11-2020

**Bron:** <https://nos.nl/artikel/2355433-niet-eerder-zo-weinig-ijs-op-de-noordpool-in-het-najaar-sinds-begin-metingen>

Al weken ligt er uitzonderlijk weinig ijs op de oceaan bij de Noordpool, blijkt uit satellietbeelden. Niet eerder sinds het begin van de metingen lag er zo weinig zee-ijs in oktober. Het verdwijnen van het ijs heeft grote gevolgen voor het ecosysteem in het Noordpoolgebied, blijkt uit een recente studie.

Normaal gesproken groeit het zee-ijs in de maanden oktober en november juist weer stevig aan, nadat in september aan het eind van de zomer de hoeveelheid ijs het jaarlijkse minimum bereikt.

De omvang van het Noordpoolijs bereikte in september net geen laagterecord, in de ruim veertig jaar dat er satellietmetingen plaatsvinden. Alleen in 2012 lag er nog minder ijs. Maar toen groeide het ijs in het najaar wel weer sneller aan dan nu.

#### Hittegolf Siberië

Dat dat dit jaar zo traag gebeurt komt voor een deel omdat Siberië van de zomer met een flinke hittegolf kampte. Daardoor is het zeewater bij Siberië nog altijd warmer dan normaal.

Volgens weerman en klimaatwetenschapper Peter Kuipers Munneke komt het moment dat de Noordpool helemaal ijsvrij is in een deel van het jaar snel dichterbij. "In de afgelopen veertig jaar is driekwart van het zee-ijs verdwenen. Als deze trend doorzet, dan is de Noordpool over 14 à 15 jaar ijsvrij. Het kan ook nog 20 of 25 jaar duren, maar de

meeste Nederlanders die nu leven, zullen dat nog meemaken."

Het smelten van het zee-ijs heeft een grote impact op het ecosysteem in het Arctisch gebied, staat in de studie die in Nature verscheen. Jacqueline Stefels van de Rijksuniversiteit Groningen werkte mee aan dit onderzoek. Als het ijs verdwijnt, wordt het zonlicht niet langer door het ijs weerkaatst, vertelt ze, maar schijnt het rechtstreeks op en in het water. Daardoor zal er meer algengroei ontstaan.

Eenzijds is dit een positieve ontwikkeling, zegt Stefels, want de algen dienen als voedsel voor andere soorten in de zee. Anderzijds zal het op termijn toe leiden dat er heel andere dieren dan tot nu toe in het Noordpoolgebied zullen leven.

"Wat je verwacht is dat er meer Atlantische soorten naar het noorden trekken en dat het hele ecosysteem van het Noordpoolgebied in elkaar klapt", zegt Stefels. Dit heeft uiteindelijk niet alleen negatieve gevolgen voor ijsberen, maar ook voor bijvoorbeeld walvissen, zeehonden en vogels.

*Lees verder op de volgende bladzijde*

# Artikel

## Even schrikken

Stefels was de enige Nederlander die dit jaar meereisde met een speciale Noordpoolexpeditie, genaamd MOSAiC. Het doel hiervan was het Duitse onderzoekschip Polarstern in te laten vriezen op de Noordpool, zodat een jaar lang hetzelfde ijs gevolgd en onderzocht kon worden. Er reisden wetenschappers uit twintig landen mee, met verschillende expertise. Het was een spannende reis, zegt Stefels, vooral omdat het ijs veel minder stabiel bleek dan gedacht op het moment dat zij op het schip verbleef.

Computerberekeningen hadden aangegeven dat het ijs dikker zou zijn, en minder dynamisch. "We waren er net een week en de boel breekt open. En we zien dat het ijs gaat schuiven, ankerlijnen die knappen. Mensen worden onmiddellijk teruggeroepen van het ijs. Dat was wel even schrikken."

In de winter zal er voorlopig wel zee-ijs blijven op de Noordpool, denkt Stefels. Maar de huidige situatie, nu het ijs maar zo langzaam weer aangroeit na de zomer, noemt ze alarmerend. Ze hoopt dat de

wereld snel veel minder broeikasgassen gaat uitstoten, "dan kan nog een deel van het zee-ijs gered worden".

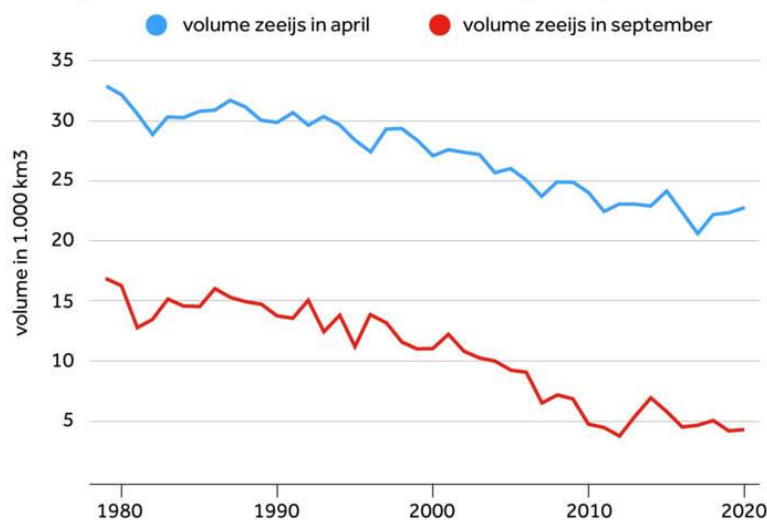
## Zeespiegelstijging

Het verdwijnen van dit ijs leidt overigens niet tot zeespiegelstijging. Het drijft op zee, en als het smelt blijft de zeespiegel gelijk. Maar het zorgt er wel voor dat het gebied nog sneller opwarmt omdat de zon dus direct in het water gaat schijnen.

Kuipers Munneke: "In de buurt van het zee-ijs liggen veel grote gletsjers, zoals op Groenland, op Nova Zembla, op Spitsbergen en in Canada. En als het Noordpoolgebied verder opwarmt, dan zal dat ijs ook deels gaan smelten en dat draagt wel degelijk bij tot een stijging van de zeespiegel."

Overigens vermoeden zowel hij als het KNMI dat het verdwijnen van het zee-ijs ook consequenties zal hebben voor het weer in West-Europa. Maar nog onduidelijk is wat die gevolgen precies zullen zijn.

## In 40 jaar ruim 75% van het noordpoolijs verdwenen



bron: PIOMAS

# Artikel

## Kiribati

### Titel: In Kiribati staan de huizen twee keer per dag blank

Auteur: Robert Portier

Datum: 02-12-2015

Bron: <https://nos.nl/artikel/2072663-in-kiribati-staan-de-huizen-twee-keer-per-dag-blank>

"We willen wel verhuizen, maar waar naartoe?" De familie David woont in een hut op het strand en de golven komen tot op een paar meter van hun huis. Met wat losse takken proberen ze een wal te maken om het water tegen te houden, maar dit jaar is hun huis al een paar keer onder water gelopen. Wat als de zeespiegel nog verder stijgt?

De eilanden van Kiribati liggen midden in de Stille Oceaan. Het hoogste punt op hoofdeiland Tarawa ligt drie meter boven de zeespiegel. Volgens wetenschappers zal het grootste deel van het eilandrijk in de golven verdwijnen.

Daar zal de grote klimaatop in Parijs niets aan veranderen, zegt Anote Tong, de president van Kiribati, die ik een paar dagen voor de conferentie spreek. Op dit moment is Tarawa al extreem dichtbevolkt.



Foto Robert Portier

De helft van de 110.000 I-Kiribati, zoals de bewoners worden genoemd, woont samengeperst op de smalle randen van de atol. Veel alternatieven om naartoe te verhuizen zijn er dan ook niet. Het lijkt onvermijdelijk dat een deel van de bevolking in de toekomst moet uitwijken naar het buitenland.

President Tong is begonnen met het ontwikkelen van een exit-strategie: migration with dignity, waardig verhuizen. Hij wil voorkomen dat de inwoners klimaatvluchtelingen worden en straks zijn overgeleverd aan de grillen van de internationale politiek. Zijn strategie is vooral gestoeld op scholing.

Tong hoopt dat de I-Kiribati aantrekkelijke migranten vormen als ze de juiste papieren op zak hebben. Ze vinden dan sneller werk, gaan belasting betalen en vormen op die manier een aanwinst voor hun nieuwe thuisland, in plaats van een kostenpost. "De landen die onze mensen opnemen, zullen daar alleen maar baat bij hebben," denkt Tong.

In lijn met die gedachte zijn de vakopleidingen op Tarawa inmiddels begonnen om volgens Australische standaarden te werken. Er lijkt internationaal veel sympathie voor de ideeën van Tong te bestaan, maar tot nu toe heeft alleen Fiji zich bereid verklaard om inwoners van Kiribati daadwerkelijk op te nemen. De belangrijkste donorlanden, Australië en Nieuw-Zeeland, houden zich op de vlakte.

*Lees verder op de volgende bladzijde*

De afgelopen vier jaar heeft de familie Teitiota geprobeerd om in Nieuw-Zeeland erkend te worden als klimaatvluchteling. Hun poging strandde, omdat een verblijf in Kiribati niet tot direct levensgevaar zou leiden.

Ze werden in oktober uitgezet en wonen sindsdien bij familie. De drie kinderen, waarvan er twee zijn geboren in Nieuw-Zeeland, hebben door de gebrekkige hygiëne in Kiribati problemen met hun gezondheid.

Kiribati is arm. Een kwart van de bevolking moet rondkomen van minder dan 15 euro per persoon per week. In de wijk Bikenikoora, waar de huizen tweemaal per dag onder water lopen, moet Ruutia Niumarara dan ook lachen om het idee van migration with dignity. "Ik verdien niet eens genoeg om naar een ander eiland te verhuizen. Hoe moet ik ooit in het buitenland komen?" Hij draait zich om en gaat verder met het verzetten van de huisraad. Het water komt tot halverwege zijn knieën.



De bewoners van Kiribati eisen meer daadkracht van hun regering

## Mali

### Titel: Megabuïen in Mali: hoe gaan ze er daar mee om?

**Auteur:** Lars Heemskerk

**Datum:** 19-10-2015

**Bron:** <https://www.oneworld.nl/lezen/klimaat/rainproof-over-de-grens-mali/>

"Mensen die denken dat het bijna niet regent in Bamako hebben het verkeerd. Bamako kent zelfs meer regenval dan Amsterdam (878,8 tegen 838,2 millimeter per jaar). Het grote verschil is alleen dat vrijwel alle regen in Bamako in het regenseizoen (van juni tot en met september) valt. In Mali regent het misschien maar 30 dagen per jaar, maar als het eenmaal regent, regent het hard en veel. Het begint meestal met een harde stofwind of bliksem en onweer en daarna gaat het vaak helemaal los.

Lars Heemskerk werkt via YEP Water als project officer voor Akvo in Mali (West-Afrika). Hij geeft trainingen en ondersteuning in het gebruik van internetapplicaties om de ontwikkelingssamenwerking meer effectief, transparant en samenwerkend te maken.

Wat mij hier opvalt is dat, in tegenstelling tot Nederland, de Malinese bevolking vooral erg blij is wanneer het regent. Regen betekent in eerste instantie afkoeling, overdag kan de temperatuur wel oplopen tot 40 graden en na een flinke regenbui kan het kwik zo'n 10 tot 15 graden dalen. Ook zijn de mensen blij omdat de grond weer vruchtbaar wordt. Na een paar flinke regenbuien zie je de stad van stoffig rood in vruchtbaar groen veranderen. Verder betekent regen een hogere stand van de rivier de Niger, waardoor de hydro-elektrische dammen beter gaan werken en mensen minder zonder stroomuitval komen te zitten.

Een ineens opzettende harde stofwind is voor de 'Bamakois' op straat het teken om dekking te zoeken. De vele regen die dan in een korte tijd valt zorgt hier natuurlijk ook voor problemen. Zo lopen sommige straten onder en storten slecht gebouwde huizen in. De maatregelen die worden genomen beperken zich tot het openhouden van de (open) rioleringen, zodat al het regenwater de rivier in kan stromen. Met het gevallen regenwater gebeurt eigenlijk niet veel, waardoor de stad na het regenseizoen weer voor flinke uitdagingen komt te staan.

Net als de meeste mensen hier vind ik het helemaal niet erg als het regent. Het koelt heerlijk af en allerlei vruchten en groenten schieten de grond uit. Wel merk ik dat de vele regenval ons huis flink aantast. Overal ontstaan vochtplekken in het plafond en ik merk dat bijvoorbeeld kleren die lang in de kast liggen gaan stinken. Wat ik wil gaan doen om meer met het regenwater te doen, is regentonnen plaatsen. Zo kan ik tijdens het droge seizoen het opvangen water gebruiken om bijvoorbeeld de tuin te sproeien of, nog mooier, de wc door te trekken. Omdat het regenseizoen dit jaar bijna op zijn einde loopt moet ik hiervoor wel weer 9 maanden wachten.

*Lees verder op de volgende bladzijde*



De uitdaging voor Bamako is om de regen die over het hele jaar valt slim te gebruiken. In principe valt er genoeg regen om het hele jaar zonder waterproblemen (droogte, stroomuitval) te zitten. Alleen valt het in een te korte periode. Na het regenseizoen droogt de stad langzaam weer op en wordt water weer schaars. De mensen zouden

slimme manieren moeten vinden om het regenwater op te vangen zodat men er het hele jaar gebruik van kan maken. Innovatieve technieken zoals 'rainwater harvesting' zouden hier enorm kunnen helpen, maar worden vooralsnog weinig toegepast."



Foto: Lars Heemsker

# Artikel

## Nederland

### Titel: Wat zegt dit noodweer over de toekomst?

**Auteur:** Jorn Van de Velde

**Datum:** 16-07-2021

**Bron:** <https://www.oneworld.nl/lezen/klimaat/wat-zegt-dit-noodweer-over-de-toekomst-en-drie-andere-vragen/>

De storm die in de zomer van 2021 over het zuiden van Nederland, het oosten van België en het westen van Duitsland hing is ongezien, met helaas vele doden als gevolg. Vergelijkingen met 1953 en beroemde middeleeuwse stormen worden getrokken en de tegenstelling klimaat versus weer wordt van stal gehaald. Maar hoe zit het nou echt? Vier vragen over de watersnood, bezien met een wetenschappelijke bril.



Watersnood in Limburg

#### 1. Hoe extreem is dit eigenlijk?

Anders dan tijdens de befaamde Watersnoodramp in 1953 – toen een noordwester stormwind in combinatie met hoogtij water landinwaarts joeg –, worden de overstromingen van deze week veroorzaakt door een enorme hoeveelheid neerslag die op een heel beperkt oppervlakte viel. Op veel plaatsen in het Maasbekken viel in 24 uur tijd meer dan 50 mm regen: dat is 50 liter op elke vierkante meter. Op de zwaarst getroffen locaties viel zelfs meer dan 100 mm! Dit zijn hoeveelheden die (onder

het huidige klimaat) gemiddeld eens per 100 jaar in Nederland verwacht worden. Je kunt dus zeker stellen dat we te maken hebben met een extreme en uitzonderlijke situatie.

#### 2. Kan klimaatverandering hiermee te maken hebben?

Bij extreem weer duikt de vraag of klimaatverandering ermee te maken heeft vaak al snel op. Ondertussen is de wetenschappelijke consensus duidelijk: klimaatverandering heeft invloed op alle weersextremen die we zien, al betekent dat niet per se dat klimaatverandering de enige oorzaak is. Specifiek voor neerslag uit zich dat op verschillende vlakken. De link die al het langst duidelijk is, is die van de waterdamp die door de lucht opgenomen kan worden: warmere lucht neemt meer waterdamp op.

Dat betekent enerzijds dat onze bodems makkelijker uitgedroogd raken, anderzijds dat als het regent, er meer neerslag kan vallen. Als je er rekening mee houdt dat de gemiddelde luchttemperatuur boven Europa al meer dan 1,5°C toegenomen is ten opzichte van de pre-industriële tijd, ligt een toename van wateroverlast bij stormen in de lijn der verwachtingen.

*Lees verder op de volgende bladzijde*



Het Parijsakkoord stelt dat landen hun best doen om de wereldwijde temperatuurstijging onder de 1,5°C te houden. Wereldwijd zitten we daar gemiddeld nog onder, maar boven land stijgt de temperatuur sneller. Europa zit gemiddeld al boven de 1,5°C.

Behalve meer waterdamp zien we ook veranderingen in het type stormen en overstromingen. Historisch gezien zijn de stormen die het meeste regen veroorzaken stormen die in de Atlantische Oceaan ontstaan en over heel West-Europa trekken (zoals storm Carmen in 2010), of heel lokale, maar extreme onweersbuien (zoals het onweer dat in 2011 op het Belgische festival Pukkelpop voor doden en schade zorgde). Wat we nu zien, is juist een storm die amper voortbeweegt, ontstaan doordat warme lucht uit het zuiden botst op koude lucht boven de Benelux. Doordat de storm niet weg kan, valt alle regen op dezelfde plaats. Recent onderzoek stelde al dat dit soort stormen in de toekomst voor meer schade kan zorgen. Wat we nu meegemaakt hebben, kan daar dus al een pijnlijke voorproefje van zijn.

### **3. Kunnen we dan ook exact bepalen hoe groot de invloed van klimaatverandering is?**

Dat kan zeker! De laatste jaren worden steeds meer rampen achteraf aan zogenaamd 'attributieonderzoek' onderworpen, waarbij wordt berekend hoe groot de kans op dat scenario was met en zonder klimaatverandering.

Voor enkele andere rampen, zoals de recente hittegolf in de VS & Canada, slagen wetenschappers er zelfs al in om binnen enkele weken tijd zo'n onderzoek te kunnen doen. Nou is het voorspellen en modelleren van neerslag bijzonder gecompliceerd, maar mijn Europese collega's en ik zijn zodanig met verbijstering geslagen, dat ik zeker weet dat de vraag wat het

aandeel van klimaatverandering is (geweest) niet lang onbeantwoord zal blijven.

### **4. Wat brengt de toekomst?**

Het is belangrijk om te herhalen: de overstromingen in Limburg, Duitsland en België zijn niet alléén het gevolg van klimaatverandering, maar van een combinatie van verschillende factoren. Klimaatverandering heeft invloed op de kans dat extreem weer voorkomt (en die kans stijgt helaas). Daarnaast is de manier hoe we daarmee omgaan van belang. Welke ruimte krijgen onze rivieren? Waar wordt wel of niet gebouwd? Zoals we ook met de droogteproblematiek steeds duidelijker zien, speelt hoe we met het water omgaan een grote rol. Onze manier van leven en omgeving aan klimaatverandering aanpassen is dus heel belangrijk, al mogen we ons hierop niet blindstaren: weersextremen zullen vaker voorkomen, dus moeten we blijven inzetten op het tegengaan van méér klimaatontwrichting.

Daarvoor zijn klimaatsimulaties zoals wetenschappers die al maken nodig. Die simulaties zijn duidelijk: hevige regenval zal in de toekomst extremer zijn dan wat we nu zien. Het omgekeerde geldt ook: periodes van droogte zullen nog droger worden; zoals we in voorgaande jaren al zagen. Het zijn twee effecten van dezelfde ontwikkeling, zoals de lucht die meer waterdamp vasthoudt. De figuur hieronder illustreert de toenemende neerslagextremen duidelijk.

Kortom: het is zo goed als zeker dat de zeer extreme neerslag die we de voorbije dagen gezien hebben, mede beïnvloed is door klimaatverandering. De mate waarin dat exact is gebeurd kunnen we bepalen en dat we deze week een voorproefje hebben gezien van wat we nog voor de kiezen zullen krijgen, is beslist niet uitgesloten.

## Siberië

### Titel: Dit zijn de zorgwekkende gevolgen van smeltende permafrost (ingekort artikel)

**Auteur:** Paul Q de Vries

**Datum:** 03-08-2020

**Bron:** <https://www.oneworld.nl/lezen/klimaat/dit-zijn-de-zorgelijke-gevolgen-van-smeltend-permafrost/>

Deze zomer verschenen alarmerende berichten over een hittegolf in Siberië. Temperaturen lagen 10 graden hoger dan gemiddeld en op sommige plekken, waar de normale temperatuur voor de tijd van het jaar rond het vriespunt lag, werd het 30 graden. De extreme warmte speelt mogelijk een rol bij de enorme bosbranden in het gebied, evenals bij de olieramp bij Norilsk waarbij inmiddels zo'n twintigduizend ton dieselolie in een meer, rivier en in de bodem terecht kwam. Door het ontdooien van de permafrost zou de bodem zijn verzakt, waardoor een olietank beschadigd raakte, met het lek als gevolg.

Maar ook zonder de hittegolf was de permafrost rond de poolcirkel al lange tijd aan het ontdooien. Het noordpoolgebied warmt sneller op dan andere gebieden op aarde. Een van de meest zichtbare gevolgen van de smeltende permafrost is het verzakken van de bodem. Hele bossen in Siberië komen schots en scheef te staan in de wijkende grond, een verschijnsel dat 'dronken bomen' is gaan heten. Kliffen kalven af, rivieroeveren stortten in. Huizen gaan scheuren vertonen, deuren gaan niet meer open en ook wegen, spoorlijnen, olie- en gasleidingen zakken mee.

#### **Ingewikkelde wisselwerking**

Naast de direct zichtbare gevolgen zijn er ook meer geleidelijke effecten van dooiende permafrost op mens, dier en plant. Ecoloog Rúna Magnússon, promovendus aan Wageningen University & Research, doet onderzoek naar de processen rond

de dooi van permafrost, met name met betrekking tot de vegetatie. Daarvoor reist ze af naar het Chokurdakh Scientific Tundra Station, een klein en primitief onderzoeksstation in Jakoetië, een deelrepubliek van Siberië zo groot als India. Ze benadrukt hoe veel er nog onbekend is rondom de factoren en ecologische gevolgen van smeltende permafrost. "Om een voorbeeld te geven: op veel plekken maakt smeltende permafrost het land drassiger. Maar in gebieden waar een snelle afwatering is, kan het land juist verdrogen. Een tegengesteld effect dus. Het hangt allemaal af van de specifieke omstandigheden", zegt Magnússon als ik haar telefonisch spreek.



Een door smeltende permafrost ingezakt huis in Siberië

*Lees verder op de volgende bladzijde*

## Nieuw landschap

Magnússon besproeit stukken toendra met sprinklers om de effecten van neerslag op het dooiproces te onderzoeken. “Die blijken aanzienlijk. Aan de ene kant heeft een bodem waar veel water in zit meer capaciteit om warmte op te slaan. Daardoor duurt het langer tot zo’n natte bodem opwarmt. Denk maar aan een volle pan water die je op het vuur zet: die kookt minder snel dan een halve pan water. Maar een ander effect is dat natte grond warmte uit de lucht beter de bodem in geleidt. Uiteindelijk zien we dat regen de dooi versnelt.”

Een opmerkelijke uitkomst van haar onderzoek is dat de bodem zelfs een jaar na het besproeien nog sneller ontdooit dan normaal. “We onderzoeken nog wat hiervoor de verklaring kan zijn. Mogelijk blijft er vocht achter dat in de winter bevroest maar in de zomer weer ontdooit, en dan weer de geleidbaarheid van warmte verhoogt. Het is hoe dan ook verontrustende informatie, nu het erop lijkt dat de zomers in Siberië door klimaatverandering steeds natter zullen worden.”

De opwarming van het gebied heeft gevolgen voor de flora en fauna. Waar ooit bevroren grond met de typische lage toendravegetatie was, ontstaat nu struikvegetatie of bos. “De boomgrens schuift op naar het noorden. Op andere plekken wordt het land door het smeltwater zo drassig dat je juist weer moerasvegetatie krijgt. Zo ontstaat een heel ander landschap. Dat heeft allerlei nog grotendeels onbekende effecten op bijvoorbeeld de migratie van vissen in rivieren, het leefgebied van rendieren en de broedgebieden voor vogels.” Daarbij geldt dat de ene soort zal profiteren van gevolgen die voor een andere soort ongunstig zijn.

## Nog meer koolstof in de atmosfeer

Misschien wel het meest drastische effect van de smeltende permafrost is dat het proces de hoeveelheid broeikasgas in de atmosfeer kan vermeerderen, waardoor de opwarming van de aarde toeneemt.

“Permafrost zit vol met plantenresten”, legt Rúna Magnússon uit. “Als die ontdooien, ontstaat er bijvoorbeeld meer bacteriële activiteit, waardoor ze gaan rotten. Daarbij komt koolstofdioxide vrij en in nat gebied methaan, oftewel moerasgas. Beide zijn broeikasgassen, methaan draagt per eenheid gas zelfs dertig keer meer bij aan opwarming van de aarde dan koolstofdioxide.”

Een deel van die koolstof komt niet in de atmosfeer terecht, omdat de struikvegetatie zich uitbreidt en dus koolstof opslaat. “Zulke vergroening zien we inderdaad op veel plekken wel optreden. Maar in de poelen die door het smeltwater ontstaan, verdrinkt veel vegetatie ook weer. Het nettoresultaat lijkt toch echt te zijn dat ontdooiende permafrost meer koolstof aan de atmosfeer toevoegt.”

Dat is een onheilspellend perspectief: “In de permafrost zit nu twee keer zoveel koolstof als in de atmosfeer. Volgens schattingen zou, zelfs als we de klimaatdoelstellingen van Parijs halen, bijna een kwart van de bovenste 3 tot 4 meter van de permafrost nog steeds ontdooien.”

Verhalen over klimaatverandering zijn zelden opwekkend. De ruige natuur van Oost-Siberië waarin ze haar veldwerk doet, helpt Magnússon de moed erin te houden. “Het is geen natuur die je op een ansichtkaart zet, maar het is er prachtig. Heel vlak en uitgestrekt, met vegetatie die niet hoger komt dan je knie, veel bloemen en korstmossen.





# Lezen uit Palmen op de Noordpool

Bladzijde 86 en 87 uit het boek

## Zure oceanen

70 procent van de aarde is bedekt met oceaan. Wetenschappers begrijpen er nog niet de helft van. Daarom hebben ze zo'n 4000 robots overboord gekieperd van onderzoeksschepen. Verspreid over alle wereldzeeën werken ze hard om gegevens over de oceanen te verzamelen. Elke robot is 2 meter lang en ziet eruit als een gasfles met een antenne op z'n kop. Helemaal zelf duiken ze naar 1 kilometer diepte. Ongeveer 9 dagen lang laten ze zich meedrijven met de stroom. Ondertussen meten ze de hele tijd de temperatuur en het zoutgehalte van het water. Dan dalen ze af naar 2 kilometer diepte. Ze gaan door met meten en stijgen op naar de oppervlakte. Daar geven ze met hun antenne de metingen door aan satellieten. En vervolgens gaan ze weer kopje onder.

Dankzij de robots weten we dat de oceanen de laatste jaren veel CO<sub>2</sub> en veel warmte hebben opgenomen. Zelfs zoveel dat het er een jaar of

vijftien op leek dat de aarde haast niet meer opwarmde. Maar nu blijkt dat de oceanen die warmte dus hebben opgevangen. De laatste jaren gaat dat langzamer. Het lijkt wel alsof de oceanen bijna vol zitten met CO<sub>2</sub> en warmte.

CO<sub>2</sub> verdwijnt op verschillende manieren in het water. Algen en plankton gebruiken het om zuurstof van te maken. Maar CO<sub>2</sub> lost deels ook op in het water. Zo ontstaat koolzuur, dat je wel kent als prik in frisdrank. Het koolzuur maakt de oceanen





# Lezen uit Palmen op de Noordpool

steeds zuurder. Daar proef je niks van, maar het is slecht nieuws voor het koraal, de algen en het plankton. Zij groeien minder en kunnen dus steeds minder CO<sub>2</sub> opnemen. Dat kun je al zien aan de laatste metingen van de robots.

Ook de opwarming van het water heeft hiermee te maken. Want hoe warmer het water, hoe slechter het CO<sub>2</sub> vasthoudt. Dat kun je zelf simpel testen met twee blikjes frisdrank. Zet één blikje in de koelkast en één op een warme plek. Is het eerste blikje goed koud? Maak dan allebei de blikjes open. Pas op: als het warme blikje erg warm is, schuimt het je tegemoet. De warme frisdrank is zijn prik zo kwijt, terwijl de koude nog een tijdje vrolijk door blijft borrelen. Proef maar: de koude prikt veel meer. Die prik komt van de CO<sub>2</sub> in de limonade. Koude vloeistof houdt CO<sub>2</sub> veel beter vast dan warme vloeistof. Dat geldt voor cola, voor

sinas en voor het water van de oceanen. In warme oceanen verdwijnt de CO<sub>2</sub> eerder naar de dampkring.

De oceanen vertragen dus de opwarming van de aarde doordat ze CO<sub>2</sub> en warmte opnemen. Maar in een warmere en zuurdere oceaan kan er steeds minder CO<sub>2</sub> bij. Er komt een punt dat de oceaan er niets meer bij kan hebben. Dan blijft er meer CO<sub>2</sub> in de lucht over en gaat de temperatuur sneller stijgen.



86

87





# Lezen uit Palmen op de Noordpool

Bladzijde 58 en 59 uit het boek

## Hout

Al sinds de laatste paar ijstijden bemoeit de mens zich met het klimaat. Tot die tijd had alleen de natuur invloed op de hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de lucht. Maar pak hem beet 400 duizend jaar geleden gingen mensen voor het eerst kampvuurtjes maken. Vind je het gek, met die kou en met de wolven die op de loer lagen?

Door vuur te maken ging alle koolstof die eerst in de bomen zat, als CO<sub>2</sub> de lucht in. Er ontstonden nu ook meer bosbranden. Misschien per ongeluk, doordat een vonkje overwaaide naar het droge bos. Of toch expres, omdat de oermensen open vlaktes wilde maken waar hij beter op wild kon jagen. Hoe dan ook: archeologen hebben in de grond laagjes houtskool gevonden die uit de laatste ijstijd stammen en die bewijzen dat er toen grote bosbranden waren. Zulke bosbranden brengen een boel CO<sub>2</sub> in de lucht en ze vernietigen bomen die weer CO<sub>2</sub> op kunnen nemen. Net zoals in de 21ste eeuw in Brazilië, Indonesië en andere landen gebeurt. En net zoals het de afgelopen eeuwen in Europa, Azië en Noord-Amerika is gebeurd.

Want hoe denk je dat het er hier zo'n 5000 jaar geleden uitzag? Het was een en al bos. Zo ver als je kon kijken. Kijk voor je, kijk achter je, kijk links, kijk rechts. Overal stonden bomen, zelfs in de moerassen die er toen waren. Tussen de bomen groeiden varens, paddenstoelen en mos en liepen kevers, muizen en vossen. Op de plek waar nu je

school staat was het niet anders. En op de plek van de skatebaan, de supermarkt, het stadion: allemaal bos. Waar is het gebleven?



De meeste bomen zijn gebruikt om mee te bouwen. De eerste huizen, schepen, wegen: ze waren allemaal van hout. Mensen hadden er geen enkel probleem mee om het bos te kappen of plat te branden. Integendeel: het bos was donker, er zaten enge beesten en gemene struikrovers. Weg ermee!

Eeuwenlang was hout de belangrijkste grondstof voor dorpen en steden. Ook toen er huizen van baksteen kwamen, bleef het hout nodig. Baksteen maak je door klei te bakken in een oven, die je stookt op... hout. Ook de smid had hout nodig voor zijn vuur. En de bakker en de glasblazer en ga zo maar door.

Overal waar grote steden ontstonden verdwenen de bossen. Rijke steden en landen haalden daarom het hout van ver. Net zoals we nu aardolie uit verre landen halen. In de Gouden Eeuw liet Nederland zijn hout uit Scandinavië en Duitsland komen. In die tijd kon je op de Rijn vlotten zien zo lang als de hogesnelheidstrein. Ze waren gemaakt van Duitse boomstammen die bestemd waren voor het welvarende Holland.





# Lezen uit Palmen op de Noordpool

Tot in de 19de eeuw was hout daardoor de grootste bron van extra CO<sub>2</sub>. Als je in ijsstaven kijkt, vind je in luchtbelletjes uit de Gouden Eeuw net iets meer CO<sub>2</sub> dan in luchtbelletjes uit de riddertijd dan in luchtbelletjes uit de Romeinse tijd dan in luchtbelletjes uit de oertijd. Maar de stijging is nog niet opvallend. In het begin van de 19de eeuw wonen er ook nog 'maar' 1 miljard mensen op de wereld. 7 keer zo weinig als nu. En de industriële revolutie is dan nog maar net begonnen.





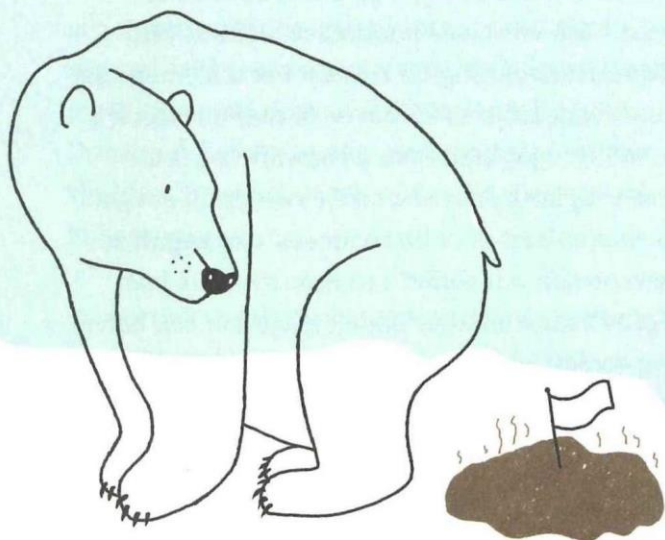
# Lezen uit Palmen op de Noordpool

Bladzijde 120 en 121 uit het boek

## Meer dan de ijsbeer

Hoe ruikt een ijsbeerdrol? Vraag dat maar aan Roel en Jesse. Zij gingen mee op schoolreis naar Spitsbergen en deden daar onderzoek naar ijsberen voor hun profielwerkstuk. Ze wilden weten of ijsberen in het westen van het eiland andere dingen eten dan ijsberen in het oosten. Dat zou best logisch zijn, want in het westen ligt veel minder zeeijs dan in het oosten. En zeeijs is het favoriete terrein van ijsberen om op zeehonden te jagen. Elke winter moet de ijsbeer zichzelf vetmesten door lekker veel zeehonden te vangen. Maar ieder jaar heeft hij daar minder tijd voor. Het zeeijs komt later en het verdwijnt eerder. Daardoor krijgt de ijsbeer het moeilijk en zie je hem altijd een beetje zielig op boeken over klimaatverandering staan.

Roel en Jesse verzamelden drollen uit het westen en het oosten van Spitsbergen en pluisten ze helemaal uit. Ze vonden vooral veel botjes en snorharen van zeehonden. Maar ook mos, gras en zeewier. En dat is gek, want de ijsbeer is een



fanatieke vleeseter. Als je hem vraagt naar zijn top 3 van lievelingseten zou hij moeten antwoorden: zeehond, zeehond en zeehond. Maar ja, ijsberen zijn niet zulke praters.

Roel en Jesse vonden ook een duidelijk verschil tussen de westelijke drollen en de oostelijke drollen. In de westelijke drollen zaten veel meer resten van planten. Het lijkt er dus op dat ijsberen die minder op zeehonden kunnen jagen, meer planten eten. Maar je moet wel heel wat mos en zeewier eten om je buik net zo rond te krijgen als van het eten van een zeehond. Dus het is nog maar de vraag of dit de redding is van de ijsbeer. Alles wijst er in elk geval op dat ijsberen hun eten steeds meer op andere plekken zoeken. Ze roven eieren uit nesten, eten bessen, jagen op rendieren en scharrelen in dorpen tussen het afval. Neem dus altijd een geweer mee als je ergens in het noordpoolgebied de vuilnis buiten zet.

Toch hoor je wel eens dat het best goed gaat met de ijsbeer. Dat komt doordat er vroeger veel meer op ze werd gejaagd. Sinds 1973 mag dat niet meer. Daardoor lijkt het aantal ijsberen te groeien. Maar de ijsberen zijn moeilijk te tellen. Waarschijnlijk zijn er tussen de 20 en 30 duizend. Zomaar even uitsterven is er dus niet bij. Maar reken maar dat de ijsbeer het steeds moeilijker krijgt. Net als de ivoormeeuw kan hij niet verder naar het noorden vluchten. Terwijl zijn natuurlijke leefomgeving onder zijn poten verdwijnt. En zijn favoriete kostje ook.



# Lezen uit Palmen op de Noordpool



Bijna alle dieren in het noordpoolgebied hebben het moeilijk. De zeehonden leven op en onder het zeeijs, waar ze net als de ijsberen steeds minder aan hebben. De jonkies hebben holletjes van sneeuw nodig, maar sneeuw valt er steeds minder. Ze eten vis die steeds verder naar het noorden trekt. De vissen eten krill: kleine garnaltjes die weer dol zijn op plankton. Maar dat plankton groeit het best op de rand van zee en zeeijs. En is er dus ook steeds minder. Zo hangt alles met alles samen en krijgen de zeehonden het ook steeds moeilijker in dit gebied. Maar heel misschien hebben ze wel baat bij klimaatverandering. Want als de ijsbeer echt uitsterft, dan hoor je de zeehond niet meer klagen. Dan is zijn grootste vijand weg en slaat hij zich ook wel door de andere tegenslagen heen.

Zo kan ik nog wel even doorgaan met zielige winterdieren. Want denk maar niet dat de walrus, de poolvos en de sneeuwganzen het makkelijk hebben. Om over het rendier nog maar te zwijgen. Daar zijn er echt miljoenen van. Maar het worden er snel minder. De oorzaken daarvan hebben op een gekke manier weer met klimaatverandering te maken. Rendieren trekken over grote afstanden. Ze steken daarbij vele rivieren over. Door het smeltende ijs zijn de rivieren dieper en breder. Dus halen veel rendieren de overkant niet. Nog erger is de ijzel. In de winter eten de rendieren korstmos. Die ruiken ze dwars door de sneeuwlaag heen. Maar in plaats van sneeuw valt er steeds vaker ijzel. Dat is regen die bevroert



zodra hij de grond raakt. Ook smeltende sneeuw bevroert weer. Zo komt er een ijzig laagje over het mos te liggen. Daar komt het rendier niet doorheen. Als het lang zo doorgaat sterft hij met een rammelende buik.

Het is echt balen dat het met de rendieren zo slecht gaat. Want zij kunnen juist helpen om klimaatverandering tegen te gaan. Onderzoekers van een Zweedse universiteit bedachten dat grote kuddes rendieren samen wel eens invloed konden hebben op de weerkaatsing van het zonlicht. Een donker oppervlak neemt meer warmte op dan een licht oppervlak, weet je nog? Ze onderzochten gebieden waar rendieren aan struikjes knabbelde en jawel: de afgekloven struikjes maken de gebieden lichter van kleur en dus minder warm dan gebieden zonder knabbelende rendieren. Dus zou het goed zijn als er juist meer rendieren kwamen, ook voor de ijsbeer, de zeehond en de poolvos. En voor de yucca.



# Lezen uit Palmen op de Noordpool

Bladzijde 98 en 99 uit het boek

## Verdwijnende eilanden

Had je nog plannen om op vakantie te gaan naar Kiribati? Misschien een beetje ver, maar wel mooi hoor. Witte stranden, blauwe zee en palmbomen. Dat werk. Kiribati ligt in de Grote Oceaan ten oosten van Australië. Het bestaat alleen uit zee en tropische eilanden. Heel kleine eilanden. Zo klein dat ze zich op de wereldkaart makkelijk verschuilen achter de puntjes op de i's van Kiribati.

Maar goed. Als je nog die kant op wilt, zou ik niet te lang wachten. Door de stijging van het water worden de eilanden steeds kleiner. Dat stijgen gaat niet heel hard, hooguit een paar millimeter per jaar. Maar bij elke storm vreet de zee weer een stukje op van het tropisch paradijs. En zware stormen zijn er steeds meer, door de opwarming van de aarde. De president van Kiribati heeft voor zijn burgers alvast wat land gekocht bij de buren op de Fiji-eilanden. Daar hebben ze tenminste bergen. Dat kun je van Kiribati niet zeggen. Die eilanden zijn maar een paar meter hoog. En dus zijn de bewoners bang dat ze binnenkort onder water verdwijnen.

Volgens de voorspellingen gaat dat nog deze eeuw gebeuren. De bewoners bedenken van alles om dat te voorkomen. De eilanden ophogen, een dijk eromheen, drijvende eilanden aanleggen... Maar het is allemaal te duur of te onmogelijk. Nu al hebben de bewoners veel last van het zeewater. De kust brokkelt af. Het zoute water verpest de oogsten. Sommige eilanders verhuizen naar Nieuw-Zeeland of Australië. Ze worden de





# Lezen uit Palmen op de Noordpool

eerste klimaatvluchtelingen genoemd, maar dat is een beetje overdreven. De meesten zijn gewoon op zoek naar een beter leven. Toch kun je erop wachten dat de inwoners van deze eilanden op de vlucht moeten voor het water. Dat geldt trouwens ook voor andere tropische eilanden, zoals Nauru, Tuvalu en de Malediven.

Maar 8000 kilometer naar het noorden zijn ze er misschien nog wel slechter aan toe. Daar staan de huizen van Shishmaref echt op het randje van de afgrond. Nog één storm en de zee neemt ze mee. Shishmaref is een dorp met nog geen 600 inwoners. Het ligt op een langwerpige eiland in Alaska. Hier geen bikini's, teenslippers en hangmatten. De Inuit dragen mutsen, laarzen en warme jassen. Ze vangen vis en jagen op zeehonden en rendieren. Maar dat wordt steeds moeilijker. Door hogere temperaturen is er minder ijs en is het ijs minder betrouwbaar. Als ze niet uitkijken zakken jagers er met hun sneeuwscooter doorheen of vallen ze in een wak.

De meeste huizen in Shishmaref staan dicht bij de zee. Dat was vroeger wel anders. Toen lag er een breed strand tussen en was de grond het hele jaar door bevroren. Daar konden de golven niet tegenop. In de herfst lag er ijs voor de kust, die beschermde tegen stormen. Maar nu hebben de golven en de wind vrij spel. De kust van Shishmaref brokkelt steeds verder af. Bewoners verlaten hun huizen en beginnen opnieuw, een stukje verder landinwaarts. De lege huizen balanceren op het randje. Sommige staan nog recht, maar de grond eronder is weggeslagen. Andere zijn al gekanteld en wachten op het laatste zetje van de zee.

Een paar jaar geleden stemden de inwoners van Shishmaref voor verhuizing naar een veiliger plek, 80 kilometer verderop. Dat is geen gemakkelijke beslissing. Vooral de oudere inwoners zouden liever blijven. Voorlopig krijgen zij hun zin, want alle inwoners verhuizen is veel te duur.

98

99



# Lezen uit Palmen op de Noordpool

Bladzijde 112 en 113 uit het boek

## Watergevechten

Dan gaan we nu lekker griezelen. Tenminste, dat was mijn plan. Met landen die door klimaatverandering moeten vechten om water of schaduw. Een soort Hongerspelen, maar dan zoals het echt zou kunnen gaan. De titel van dit stukje zou gewoon Wateroorlog of Klimaatoorlog worden. Dat klinkt al spannend genoeg. Het zou beginnen met het gevecht om een stuwdam. Want rivieren kennen geen grenzen. Wie net voor de grens een stuwdam bouwt, haalt zich de woede van zijn buurland op de hals. En hoe erger de droogte, hoe groter de woede. Doordat het steeds warmer werd, zouden er meer oorlogen komen. Rijke mensen zouden zich terugtrekken hoog in de bergen. Daar waar het nog een beetje koel is en waar nog wat regen valt. Waar ze gemakkelijk aanvallen af kunnen slaan van klimaatvluchtelingen die hun dorre land moeten achterlaten. Er zou te weinig water zijn en te weinig ruimte om alle aardbewoners

te laten leven. Na een tijdje zou de 21ste eeuw alleen nog maar een herinnering zijn aan de welvarendste tijd van de mensheid. 'Weet je nog wel? Toen maakten we ons druk om een selfie in plaats van een beker schoon water.' En anders dan in een rampenfilm zou geen held ons kunnen redden.

Maar er zijn helemaal geen bewijzen dat het zo gaat lopen. In de laatste dertig jaar is het aantal oorlogen gehalveerd. Terwijl de wereld juist is opgewarmd. Een paar jaar geleden wilde de Amerikaanse schrijfster Wendy Barnaby een boek schrijven over wateroorlogen. Die hield ook wel van griezelen. Haar uitgever zag het helemaal zitten, want iedereen dacht dat er in een warmere wereld steeds meer gevochten zou worden om water. Barnaby ging op zoek naar eerdere ruzies over water. Wat bleek? Er zijn duizenden stuwdammen in rivieren gebouwd zonder dat er oorlog van kwam. Alle ruzies zijn netjes opgelost door de regeringen. Landen willen helemaal niet vechten om water. Het meeste water is nodig om voedsel te verbouwen. Als je zelf te weinig water hebt,





# Lezen uit Palmen op de Noordpool

koop je het voedsel gewoon in een ander land. Als je er genoeg geld voor hebt natuurlijk. Het boek over wateroorlogen is er nooit gekomen.

Toch zijn er wel mensen die denken dat klimaatverandering tot oorlog leidt. Volgens sommigen zijn de eerste klimaatoorlogen allang aan de gang. Ze zeggen dat de oorlogen in Soedan en Syrië komen door de droogte. Toen er genoeg te eten en drinken was leefden de mensen vreedzaam samen. Maar door de droogte ruziën ze nu om water, voedsel en vruchtbare grond. Anderen zeggen weer dat dat geweld er nooit was gekomen als de bevolkingsgroepen niet zo verschillend dachten. De groepen die tegen elkaar vechten hebben een ander geloof of een andere mening. De veranderingen in het klimaat hebben de ruzie alleen maar een extra zetje gegeven. Net zoals Asterix en de Galliërs altijd wel een reden vinden om de Romeinen in de pan te hakken.

Het is dus moeilijk te zeggen of klimaatverandering nou zoveel oorlogen zal veroorzaken. Misschien nog wel moeilijker is het om het aantal klimaatvluchtelingen te voorspellen. Dat zijn mensen die door droogte, overstromingen of extreem weer hun huis moeten verlaten. Volgens de Verenigde Naties zijn er al 150 miljoen klimaatvluchtelingen op de been en zullen dat er in 2050 300 miljoen zijn. Dat zijn er 300 keer zoveel als er in 2015 de Middellandse Zee overstaken in wankele bootjes. En daar had Europa al de grootste moeite mee.

Net als bij oorlog is het moeilijk te zeggen of het klimaat nou echt de reden is om te vluchten. Neem een arm gezin dat aan de kust van Bangladesh woont en maar net het hoofd boven water kan houden. De zoveelste overstroming kan voor hen net de druppel zijn die de emmer doet overlopen. Vluchten ze dan voor de armoede of voor het water? Ellendig is het sowieso. Anders laat je je huis en land niet achter.

Het stomme is dat vooral arme landen en arme mensen lijden onder de gevolgen van klimaatverandering. Terwijl zij veel minder CO<sub>2</sub> hebben uitgestoten dan de rijke landen. Veel arme landen liggen in gebieden waar het al warm en droog is. Een paar graden extra is daar veel erger dan in rijke landen, die vaak koeler zijn. Bovendien hebben rijke landen veel meer geld om bijvoorbeeld dammen te bouwen, ziekten te bestrijden en extra graan in te kopen. Geen wonder dat klimaatvluchtelingen die kant op willen.

112

113





# Lezen uit Palmen op de Noordpool

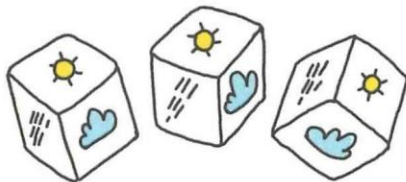
Bladzijde 78 en 79 uit het boek

## Eén graad warmer

'Warmste jaar ooit gemeten', 'Droogste november', 'Langste hittegolf'. Het ene weerrecord na het andere gaat eraan de laatste jaren. Op zich zegt dat niks over het klimaat, alleen over het weer. Een bizar warme winter of een idiote hagelbui kan ook zonder klimaatverandering gebeuren. Maar als heel veel van die dingen vaak gebeuren, dan lijkt er toch iets aan de hand.

Vergelijk het met een dobbelsteen. Je kunt best drie keer achter elkaar een 6 gooien. Bij elke worp heb je evenveel kans op een 6 als bij de vorige worp. Maar als je achter elkaar door bijna alleen maar zessen gooit, dan wordt het verdacht. Voor 3 euro kun je in de speelgoedwinkel verzwaarde dobbelstenen kopen...

Iemand die een paar keer achter elkaar een 6 gooit hoeft dus geen valsspeler te zijn. Maar als hij maar doorgaat met zessen gooien, ga je daar toch aan denken. Op dezelfde manier hoeft niet elk weerrecord de schuld van klimaatverandering te zijn. Maar met zoveel records op een rij moet er wel iets aan de hand zijn.



Op dit moment is de gemiddelde temperatuur op de wereld ruim 1 graad hoger dan in 1850. Vind je dat weinig? Denk dan maar eens terug aan de hockeystick. De laatste duizend jaar schommelde

de temperatuur rond de 13,5 graden Celsius. Soms was het 13,3, soms 13,6. Maar veel gekker werd het niet. Boomringen en luchtbelletjes in ijsstaven lieten zien dat het zeker 10 duizend jaar lang rond de 13,5 graden bleef. Daarmee vergeleken is een stijging van 1 graad in nog geen 200 jaar dus belachelijk veel. En de laatste jaren gaat de stijging ook steeds sneller. Als het zo doorgaat is er maar 50 jaar nodig om er nog een graad bij te doen.

Eens in de vijf of zes jaar verschijnt er een dik rapport van het IPCC. Dat is een club van duizenden wetenschappers uit de hele wereld die onderzoek doen naar klimaatverandering. De wetenschappers zijn het lang niet over alles eens, maar ze moeten wel een gezamenlijk rapport schrijven. Daardoor krijg je een soort gemiddelde conclusies. Als een heleboel landen zeggen 'klimaatverandering komt zeker door de mens' en een paar landen zeggen 'klimaatverandering komt misschien door de mens', dan wordt de conclusie 'klimaatverandering komt uiterst waarschijnlijk door de mens'.

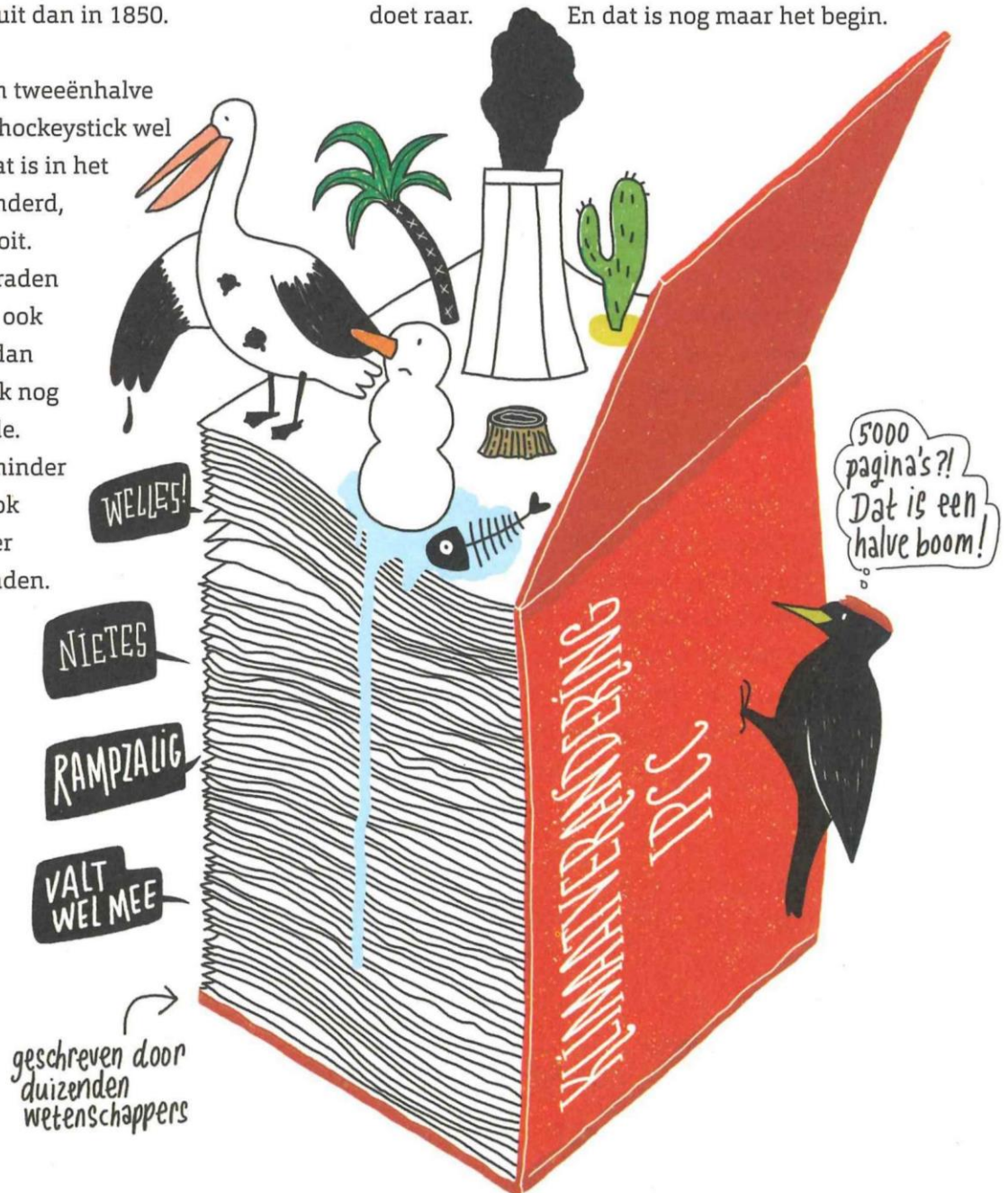
Het laatste rapport van het IPCC telt bijna 5000 pagina's. Daarin zeggen ze dat de aarde aan het eind van de eeuw zeker 1,5 graad warmer zal zijn dan in 1850. Zelfs als we nu alle schoorstenen, uitlaten en koeien afsluiten. Dat gaat natuurlijk niet gebeuren. Maar misschien lukt het wel om de opwarming tot 2 graden te beperken. Dan moeten we met z'n allen flink aan de

# Lezen uit Palmen op de Noordpool

bak: kolencentrales sluiten, windmolens bouwen en minder hamburgers eten. Als we helemaal niks doen, lekker steenkool blijven stoken en bomen blijven kappen, dan komen we in 2100 meer dan 4 graden hoger uit dan in 1850.

Van 13,5 naar 17,5 in tweeënhalve eeuw. Dan groeit de hockeystick wel heel snel. Het klimaat is in het verleden vaker veranderd, maar zo snel nog nooit. De gevolgen van 4 graden opwarming zijn dan ook niet te overzien. En dan is die opwarming ook nog maar een gemiddelde. Er zijn plekken die minder opwarmen en dus ook plekken die nog meer opwarmen dan 4 graden.

Maar hé, het is nog geen 2100. Je hebt best kans dat de opwarming ergens tussen de 1,5 en 4 graden uitkomt. Wel kun je nu al de gevolgen zien: gletsjers smelten, de zeespiegel stijgt, het weer doet raar. En dat is nog maar het begin.





# Lezen uit Palmen op de Noordpool

Bladzijde 90 en 91 uit het boek

## Enzovoort

Door de opwarming van de aarde warmt de aarde nog verder op. Dat klinkt raar, maar het is wel waar. Dat komt door de klimaatversterkers. Deze ken je al: door de opwarming smelt het ijs, wordt de aarde minder wit en neemt hij meer warmte op, waardoor het ijs nog verder smelt. Dit soort versterkers spelen een gemene rol bij klimaatverandering. Hier zijn er nog twee.

Denk maar eens terug aan dat ene terrasje, tijdens die warme vakantiedag. Was het vorig jaar of dat jaar ervoor? Maakt niet uit. Je ouders vroegen: 'Wat wil je drinken?' Limonade natuurlijk! En snel! Zodra de ober de bestelling bracht, pakte je het flesje. Wedden dat het flesje toen al helemaal nat was? Dat er binnen de kortste keren een plasje water op de tafel lag, waar het flesje had gestaan? Dat water komt uit de lucht. Het is de onzichtbare waterdamp die overal om je heen is. Zodra het koud wordt – op een koel flesje bijvoorbeeld – verandert de waterdamp in druppels.

In warme lucht zit meestal meer waterdamp dan in koude lucht. Vandaar dat je dat plasje water op tafel vaker in de zomer dan in de winter ziet. En vandaar dat waterdamp ook een soort klimaatversterker is. Waterdamp houdt warmte vast, net als CO<sub>2</sub> en methaan. Als het warmer is, verdampt er meer water en is er meer waterdamp om warmte vast te houden. Daardoor wordt het nog warmer, komt er nog meer waterdamp in de lucht die ook weer meer warmte vasthoudt. En zo gaat het maar door.



# Lezen uit Palmen op de Noordpool

Voor een andere klimaatversterker gaan we naar de diepvries van Rusland. Twee dik ingepakte onderzoekers lopen over een bevroren meer in Siberië, het oosten van het land. In het ijs zijn kleine en grote bellen te zien. Met een ijzeren staaf hakt een van hen in zo'n bubbel. De ander houdt er haar aansteker bij en... woesh. Een steekvlam van minstens een meter gaat de lucht in. Ze weten het zeker: dit is methaangas. Het ontstaat als bacteriën zich tegoed doen aan resten van dode planten en dieren. Die zitten hier genoeg in de grond.

Al zeker 100 duizend jaar is de grond bevroren. Bewoners van het gebied hebben een zwaar leven. Alleen in de zomer smelt de bovenste grond heel even. Planten en dieren die doodgaan worden ingevroren zodra de lange winter weer invalt. Net als veen blijven ze goed bewaard doordat er weinig zuurstof is. Zo krijgen ze de kans niet om te gaan rotten. Duizenden jaren gaat het al zo en miljoenen dieren en planten liggen hier veilig in het ijs, als vissticks en spinazie in de diepvries. Maar als je de diepvries uitzet gaan de etenswaren rotten. Bacteriën grijpen hun kans en laten vieze geurtjes achter. Zo gaat het ook in Siberië.

De bevroren grond ontdooit. Het gesmolten ijs laat moerassen en meren ontstaan. In de bodem snoepen bacteriën van de ontdooiende mammoeten en rendieren. En je weet: waar zuurstof in de buurt is ontstaat  $\text{CO}_2$ . Zonder zuurstof blijft er methaan over. De gassen ontsnappen naar boven. Het water van het meer blaast bellen als een bubbelbad. In de winter komen de bellen in ijs terecht. Als het ijs smelt of als iemand er een gat in maakt, verdwijnen de gassen in de dampkring.

Dat ontdooien van de grond gebeurt niet alleen in Siberië. In totaal is een gebied twee keer zo groot als Europa bevroren. In de bodem ligt een enorme voorraad koolstof. Meer dan vier keer zoveel als in alle nu levende planten en bomen samen. Bijna de helft van die bevroren grond staat op het punt om te ontdooien. Dat gebeurt niet plotsklaps, maar geleidelijk. Er komt methaan en  $\text{CO}_2$  in de lucht die de aarde verder opwarmt, waardoor er nog meer ijs ontdooit en er meer methaan en  $\text{CO}_2$  in de lucht komt. Enzovoort enzovoort. Ook een echte klimaatversterker dus.







## Australië

**Bespreek deze vragen in je groepje en gebruik de antwoorden om jullie presentatie te maken.**

- Waar ligt Australië ten opzichte van Nederland?
- Wat is het Great Barrier Reef?
- Hoe komt het dat er steeds meer CO<sub>2</sub> in de atmosfeer zit?
- Hoe kan het dat koralen dood gaan door CO<sub>2</sub>?
- Wat gebeurt er met koralen als de zee opwarmt?
- Vinden jullie het belangrijk om koralen te behouden? Waarom?
- Wat zouden we kunnen doen om koralen te behouden?

### Bonusvragen

- Wat heeft de oceaan met frisdrank te maken?
- Wat zijn, naast klimaatverandering, nog meer bedreigingen van het Great Barrier Reef?
- Kan het rif nog herstellen?
- Wat heeft het klimaat in Australië te maken met de plekken in het land waar mensen wonen?



## Brazilië

**Bespreek deze vragen in je groepje en gebruik de antwoorden om jullie presentatie te maken.**

- Van welk continent is Brazilië het grootste land?
- Waar is een heel groot deel van Brazilië mee bedekt?
- Wat is biodiversiteit?
- Wat hebben bomen te maken met klimaatverandering?
- Waarom worden er bomen gekapt in Brazilië?
- Vinden jullie het erg als er delen van het regenwoud gekapt worden? Waarom?
- Kan het regenwoud weer terug groeien?
- Wat zouden wij kunnen doen om het regenwoud te behouden?

### Bonusvragen

- 5000 jaar geleden was ook bijna heel Nederland bos, wat is daarmee gebeurd?
- Er worden delen van het regenwoud gekapt om onder andere soja te verbouwen. Waarom is het toch beter voor het regenwoud om een sojaburger te eten dan een gewone hamburger?
- Welke landschappen komen het meeste voor in Brazilië en hoe komt dat?

## Groenland

**Bespreek deze vragen in je groepje en gebruik de antwoorden om jullie presentatie te maken.**

- Hoe komt het dat CO<sub>2</sub> de aarde opwarmt?
- Waar is Groenland mee bedekt?
- Wat zou er gebeuren als al het ijs van Groenland smelt?
- Wat is het Albedo effect?
- Wat is cryoconiet en wat heeft het met het smelten van het ijs te maken?
- Vinden jullie het erg dat het ijs van Groenland smelt? Waarom?
- Wat zouden we kunnen doen om het ijs op Groenland te behouden?

### Bonusvragen

- Wat hebben knabbelende rendieren te maken met het Albedo effect?
- Waardoor zou het kunnen dat er in de toekomst heel andere dieren dan nu op de Noordpool leven?
- Waarom is het in Groenland kouder dan in Nederland?

## Kiribati

**Bespreek deze vragen in je groepje en gebruik de antwoorden om jullie presentatie te maken.**

- Hoe weten we dat de aarde echt opwarmt en het niet gewoon toevallig wat warmere jaren zijn?
- Waar ligt Kiribati middenin?
- Waarom is het voor de bewoners van Kiribati erger als er landijs smelt dan als er zee-ijs smelt?
- Wat gebeurt er door klimaatverandering met huizen die dicht bij het water staan op Kiribati?
- Wat gebeurt er met het drinkwater van Kiribati?
- Vinden jullie dat de bewoners van Kiribati zouden moeten verhuizen? Waarom?
- Wat zouden we kunnen doen om te zorgen dat de mensen op Kiribati kunnen blijven wonen?

### **Bonusvragen**

- Waarom heeft de president van Kiribati land gekocht bij de burenen?
- Wat is een klimaatvluchteling en wat vinden jullie daarvan?
- Is Kiribati vlak of bergachtig en wat maakt dat uit in verband met de zeespiegelstijging?

## Mali

**Bespreek deze vragen in je groepje en gebruik de antwoorden om jullie presentatie te maken.**

- Waarom is het verbranden van kolen slecht voor de aarde?
- Op welk continent ligt Mali?
- Waarom is dat continent zo gevoelig voor klimaatverandering?
- Waarom is veel regen in 1x minder goed voor Mali dan steeds een beetje regen?
- Mede door klimaatverandering daalt het waterpeil in de rivier, waarom is dat erg voor de bewoners?
- Zijn de bewoners van Mali ook de veroorzakers van de klimaatverandering?
- Wat zouden wij kunnen doen om hen te helpen?

### **Bonusvragen**

- Wat is een klimaatvluchteling en wat vinden jullie daarvan?
- In principe valt er genoeg regen in Mali, maar het valt in korte tijd, kunnen jullie een slimme oplossing bedenken om het hele jaar gebruik te kunnen maken van het regenwater?
- Welke landschappen zijn er in Mali en wat zou daarmee gebeuren als de aarde opwarmt denken jullie?

## Nederland

**Bespreek deze vragen in je groepje en gebruik de antwoorden om jullie presentatie te maken.**

- Wat hebben apparaten met klimaatverandering te maken?
- Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering in Europa?
- Wat merken we van klimaatverandering in Nederland?
- Waarom is zeespiegelstijging voor Nederland een probleem?
- Welke apparaten op school gebruiken veel energie? En welke weinig?
- Wat vinden jullie van het energiegebruik op school?
- Wat zouden we kunnen doen om minder CO<sub>2</sub> uit te stoten?

### Bonusvragen

- Gemiddeld 1 graad warmer op aarde, is dat veel of weinig?
- Hoe zouden we ons aan kunnen passen aan de klimaatverandering?
- Wat vinden jullie van het klimaat in Nederland, zouden jullie er iets aan willen veranderen?



## Siberië

**Bespreek deze vragen in je groepje en gebruik de antwoorden om jullie presentatie te maken.**

- Wat heeft een broeikas met klimaatverandering te maken?
- Van welk land is Siberië een onderdeel?
- Wat is permafrost?
- Kunnen jullie nog een ander land benoemen waar permafrost is?
- Wat gebeurt er met permafrost en de huizen die daarop gebouwd zijn als de aarde opwarmt?
- Waar kun je het beste je huis bouwen als je op permafrost bouwt?
- Zouden jullie op permafrost willen wonen?
- Wat zouden we kunnen doen om te zorgen dat er mensen op de permafrost kunnen blijven wonen?

### Bonusvragen

- Wat zit er, behalve water en aarde, nog meer in de bevroren grond van Siberië?
- Wat kan dat voor invloed hebben op de klimaatverandering?
- Wat heeft regen voor invloed op permafrost?
- In welke landen is er allemaal permafrost? Waarom daar?





