



Aarde

les 16

Broeikaseffect

Het stijgen van de zeespiegel, klimaatveranderingen, koolstofdioxide-uitstoot, het zijn termen die leerlingen waarschijnlijk regelmatig hebben gehoord. Die begrippen hebben allemaal te maken met het broeikaseffect. Maar vaak wordt niet precies uitgelegd wat ze betekenen. In deze les onderzoeken de leerlingen de begrippen en leren ze wat het broeikaseffect is.

Lesdoelen

De leerlingen:

- weten wat de dampkring is.
- weten wat het broeikaseffect is.
- kennen zowel positieve als negatieve gevolgen van het broeikaseffect.
- ontdekken dat het smelten van drijfsijs geen invloed heeft op de stijging van de zeespiegel, in tegenstelling tot het smelten van landijs.

Vorbereidingen

Zet voor de filmpjes een computer met internetverbinding en beamer klaar. Zorg voor de benodigdheden voor de verschillende proefjes.

Benodigdheden per tweetal

- Thermometer
- Gloeilamp of andere warme lamp, minimaal 60 Watt
- 2 Lege waxinelichtcupjes
- 1 Bekerglas met stop, of een doorzichtig dik glas
- Kleurpotloden, geel, rood en blauw
- 2 Doorzichtige plastic bekertjes
- 2 Schoteltjes
- 2 IJsblokjes van gelijke grootte
- Klei of plasticine
- Kan met water
- Potlood en gum
- Werkbladen *Broeikaseffect*, *De isolerende dampkring*, *Verandert de waterspiegel?* en *Koolstofdioxide door de jaren heen*

Tijdsduur

90 minuten

Kerdoelen

25, 27, 30, 31

Vakken

Biologie
Aardrijkskunde
Natuurkunde
Wiskunde



Deze les doen de leerlingen twee experimenten, een tekenopdracht en een grafiekopdracht. Er kan voor gekozen worden om deze opdrachten in carrouselvorm te doen.

Laat de leerlingen het experiment van het werkblad *Broeikaseffect* maken. Ze onderzoeken welk effect de dampkring heeft op het leven op aarde. Ze ontdekken een temperatuurverschil in water in een afgesloten ruimte en water in een open ruimte. Daarna leggen ze de link met een planeet met en zonder dampkring.

Na het maken van de proefopstelling van het werkblad moeten de leerlingen 15 minuten wachten. In die tijd gaan ze verder met het werkblad *De isolerende dampkring*.



Bespreek de werkbladen als de leerlingen klaar zijn. Stel de volgende vragen: Wat zou er met de temperatuur gebeuren als de aarde geen dampkring had? Zou er leven op aarde mogelijk zijn zonder dampkring?

Bekijk ook samen het filmpje over de dampkring: <http://bit.ly/qZZrAo>

Laat de leerlingen het experiment uitvoeren dat is uitgelegd op het werkblad *Verandert de waterspiegel?*

Aan de hand van een experiment over smeltend landijs en drijfijs denken de leerlingen na over de gevolgen van het broeikaseffect. Het smelten van drijfijs heeft geen effect op de waterspiegel omdat het volume van het ijsblokje bij het drijfijs al in het water zit. Bij landijs komt er extra watervolume bij het zeewater, dus stijgt de waterspiegel wel.



Laat de leerlingen het werkblad *Koolstofdioxide door de jaren heen* maken. Ze maken een grafiek aan de hand van gegevens van het koolstofdioxidegehalte in de loop der jaren. Bespreek de grafiek en de vragen. Leg ook uit dat er wetenschappers zijn die de invloed van de mens op het broeikaseffect in twijfel trekken.

Toon het filmpje over de gevolgen van het broeikaseffect voor Nederland:

<http://bit.ly/VNhBtr>



Om leerlingen inzicht te geven in hun eigen energieverbruik en koolstofdioxide-uitstoot kunnen ze op deze website hun zogenoemde ecologische voetafdruk berekenen:

<http://bit.ly/fdQC5v>

Achtergrondinformatie voor de docent

De zon geeft warmte af, de zonnestrallen komen via de dampkring op de aarde terecht. De aarde neemt een deel van de warmte op. Een ander deel van de stralen wordt meteen teruggekaatst. Maar de dampkring zorgt ervoor dat niet alle teruggekaatste warmte naar de ruimte ontsnapt. Dit is een natuurlijk proces dat ervoor zorgt dat het op onze planeet warm genoeg is voor leven. Zonder het natuurlijke broeikaseffect zou het daarvoor waarschijnlijk te koud zijn.

De dampkring bestaat uit gassen waarvan er verschillende verantwoordelijk zijn voor het terugkaatsen van warmte naar de aarde. Een van die stoffen is koolstofdioxide (CO₂), dat onder andere vrijkomt bij verbranding. Als de concentratie van deze stoffen en stofdeeltjes groter wordt, kan de atmosfeer meer warmte gaan vasthouden en stijgt de temperatuur op aarde.

Nadelige effecten van toename broeikaseffect

Die temperatuurstijging heeft, ook al gaat het maar om een stijging van enkele graden, nadelige gevolgen:

- Zeewater zet door de warmte uit en het landijs smelt. Hierdoor stijgt de zeespiegel. Het *Intergovernmental Panel on Climate Change* van de Verenigde Naties voorspelt dat de zeespiegel gedurende de 21e eeuw zal stijgen met 18 tot 59 centimeter ten opzichte van het peil in 1990. Overstromingen zullen vaker voorkomen.
- Op andere plekken kunnen mensen juist door droogte worden getroffen.
- Kwetsbare ecosystemen en de voedselproductie kunnen worden aangetast.

Verskillende meningen

Over het algemeen wordt aangenomen dat het broeikaseffect door toedoen van de mens wordt verergerd. Er is sinds de industriële revolutie, eind 18e eeuw, een sterke toename van broeikasgassen zoals koolstofdioxide en methaan in de atmosfeer gemeten. Tegelijkertijd is er een wereldwijde gemiddelde temperatuurstijging.

Er zijn ook wetenschappers die vinden dat er te weinig of geen bewijs is dat de koolstofdioxide-uitstoot de oorzaak van het versterkte broeikaseffect is. Ze vinden dat er geen directe wetenschappelijke bewijzen zijn geleverd. Daarnaast zijn er wetenschappers die geloven dat de klimaatveranderingen schommelingen zijn die, over langere perioden in de geschiedenis, altijd al plaatsvonden.

Anderen denken weer dat de opwarming van de aarde te maken heeft met kosmische straling. Er zijn overigens ook gassen, zoals zwaveldioxide, die het broeikaseffect kunnen tegenwerken. Toen de vulkaan Pinatubo in 1992 op de Filippijnen uitbarstte, kwam er zoveel zwaveldioxide vrij dat de wereldwijde temperatuur tijdelijk met 0,4 graden daalde.



Het stijgen van de zeespiegel, klimaatveranderingen, CO₂-uitstoot, het zijn termen die jullie misschien wel eens hebben gehoord. Ze hebben allemaal te maken met het broeikaseffect. Maar wat is het broeikaseffect? En wat hebben de bovengenoemde termen daarmee te maken? In deze les gaan jullie dat onderzoeken door in tweetallen experimenten te doen.

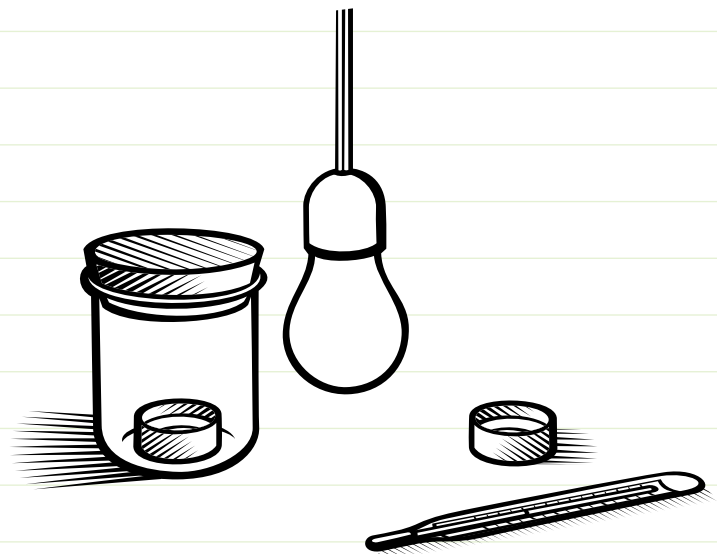
Wat heb je nodig?

- Thermometer
- Water
- Lamp (gloeilamp of andere warme lamp, tenminste 60 W)
- 2 lege cupjes van waxinelichtjes
- 1 Bekerglas met stop

Wat ga je doen?



- 1 Vul beiden cupjes voor de helft met water.
Zorg dat er evenveel water in zit.
- 2 Zet één cupje in het bekglas.
- 3 Meet de begintemperatuur van de cupjes en schrijf deze in de tabel op de volgende pagina.
- 4 Doe de stop op het bekglas.
- 5 Zet beide cupjes op gelijke hoogte onder een warme lamp.
Zorg ervoor dat de lamp de cupjes vanaf de zijkant beschijnt.



6 Wacht 15 minuten en meet dan nogmaals de temperatuur in beide cupjes. Schrijf de resultaten in de tabel.

7 Ga tijdens het wachten verder met de vragen op het werkblad: De isolerende dampkring.



Tijd (minuten)	Temperatuur [° Celsius]	Temperatuur [° Celsius]
	cupje 1	cupje 2
0	_____	_____
15	_____	_____



8 Is er een temperatuurverschil in de cupjes? Zo ja, kunnen jullie het verschil verklaren?

9 Is er behalve de temperatuur nog iets anders veranderd in het bekeerglas?

10 Eén van de cupjes zou je kunnen vergelijken met de situatie op aarde. Welk cupje is dat volgens jullie en waarom?

De isolerende dampkring



Het broeikaseffect is normaalgesproken een natuurlijk proces in de dampkring. Maar door luchtvervuiling wordt dit proces versterkt. Op dit werkblad leren jullie hoe het broeikaseffect werkt.

Wat heb je nodig?

- Kleurpotloden

Wat ga je doen?



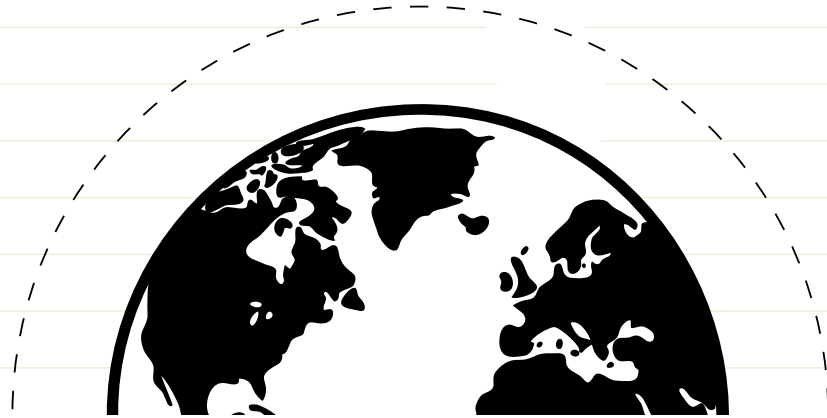
Beantwoord de onderstaande vragen.

- 1 In een broeikas wordt vaak groente gekweekt. Waarom wordt dat juist daar gedaan?

Op de volgende pagina zie je een afbeelding van de aarde, de zon en de dampkring. Daarin gaan jullie pijlen en lijnen tekenen in de juiste kleuren.

Lees daarvoor goed wat hieronder staat.

- 2 Kleur de dampkring blauw.
- 3 Zonnestraling komt de dampkring binnen en valt op de aarde, een deel van straling wordt teruggekaatst het heelal in. Teken dat met een gele pijl.
- 4 Zonnestraling wordt door het aardoppervlak omgezet in warmte, kleur dit met een rode lijn.



- 5** De ontsnappende hitte wordt weer terug naar de aarde gekaatst door de stofdeeltjes en broeikasgassen in de dampkring. Kleur dit ook met een rode pijl.



- 6** Kijk goed naar de tekening. Wat gebeurt er met de temperatuur op aarde als er meer broeikasgassen zijn en de dampkring daar voller mee raakt?

De temperatuur op aarde wordt warmer/kouder, want _____

- 7** Denken jullie dat het broeikas effect er altijd al was of dat het pas de afgelopen jaren is ontstaan? Leg jullie antwoord uit.

- 8** Als de temperatuur op aarde stijgt kan dat verschillende gevolgen hebben. Welke gevolgen kunnen jullie bedenken?

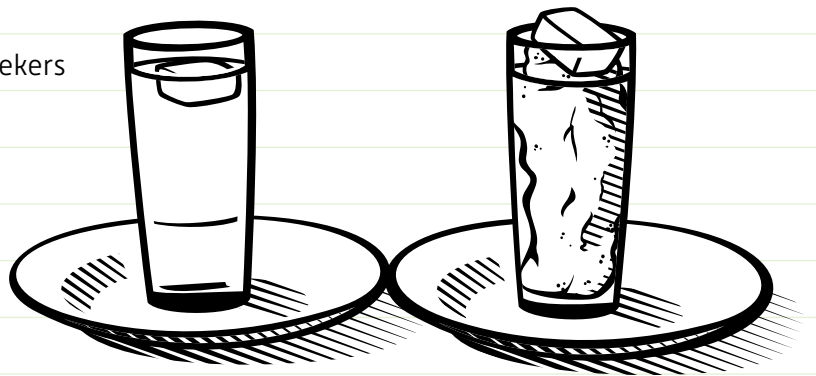
Verandert de waterspiegel?



In dit experiment onderzoeken jullie in tweetallen wat er met het niveau van het zeewater gebeurt als het ijs op de Noord- en de Zuidpool smelt door het broeikaseffect.

Wat heb je nodig?

- 2 Doorzichtige plastic bekers
- 2 Schoteltjes
- 2 Ijsblokjes
- Klei
- Kan met water



Wat ga je doen?

Eén iemand gaat de eerste beker klaarmaken, de andere maakt beker 2. Help elkaar als dat nodig is.

Beker 1

- 1 Zet de beker op het schoteltje.
- 2 Doe een ijsblokje in de beker.
- 3 Vul de beker precies tot de rand met water. Het schoteltje moet droog blijven.
- 4 Deze beker stelt het drijfijjs van de Noordpool voor.

Beker 2

- 1 Zet de beker op het schoteltje.
- 2 Kneed een stuk klei dat in de beker past, maar niet tegen de wanden van de beker aankomt. Zorg, dat de klei net boven de rand uitkomt.
- 3 Vul de beker precies tot de rand met water. Het schoteltje moet droog blijven.
- 4 Leg een ijsblokje op de klei. Deze beker stelt het landijs van de Zuidpool voor.



Nu wachten jullie totdat de ijsblokjes smelten.

- 1** Denken jullie dat beker 1 zal overstromen?
Waarom?

- 2** Denken jullie dat beker 2 zal overstromen? Waarom?

- 3** Wacht vijf minuten en kijk weer naar de bekers. Ondertussen kunnen jullie eventueel nog vragen van de andere werkbladen maken.

Overstroomt beker 1? **ja / nee**

Overstroomt beker 2? **ja / nee**

Zal de zeespiegel stijgen als het ijs van de Noordpool smelt? **ja / nee**

Zal de zeespiegel stijgen als het ijs van de Zuidpool smelt? **ja / nee**



- 4** Wat hebben jullie ontdekt?

weetje!

Het ijs op de Noordpool drijft in de zee, dit heet drijfs. Het ijs op de Zuidpool ligt op het land, dit is landijs.

Koolstofdioxide door de jaren heen



Koolstofdioxide (CO₂) is een broeikasgas dat van nature aanwezig is in de dampkring. Maar het wordt ook door de mens gemaakt. Vooral door het verbranden van fossiele brandstoffen zijn er door de jaren heen grote hoeveelheden koolstofdioxide bijgekomen in de atmosfeer. Jullie gaan die concentraties in een grafiek uitzetten.

Hiernaast staat een tabel met de koolstofdioxideconcentratie van de afgelopen 160 jaar.



1 Hoe komt koolstofdioxide in de atmosfeer terecht?

2 Er verdwijnt ook koolstofdioxide uit de atmosfeer omdat het gebruikt wordt. Waarvoor?

3 Maak op het bijbehorende grafiekpapier een grafiek van de gegevens. Op de y-as zet je het koolstofdioxidegehalte in de atmosfeer (ppm is een volume-eenheid, het staat voor parts per million). Op de x-as zet je de tijd in jaren.

Jaar	CO ₂ (ppm)
1850	285,2
1860	286,4
1870	287,7
1980	290,8
1890	294,4
1900	295,7
1910	300,1
1920	303,4
1930	307,5
1940	311,3
1950	311,3
1960	317,1
1970	325,5
1980	339,0
1990	354,3
2000	369,6
2010	389,2
2020	402,5*
*verwachting	

4 Hoe hoog is de huidige CO₂-concentratie in de atmosfeer?

Gegevens van: NASA-GISS

<http://1.usa.gov/XQrBRW>

Met dank aan

Dr. Rob van Dorland

van het KNMI



- 5** CO₂ komt bijvoorbeeld vrij bij het verbranden van benzine in auto's of bij verbrandingsprocessen in fabrieken. Er zit een groot verschil in het CO₂-gehalte van 1850 en het gehalte dat verwacht wordt in 2020. Bedenk hiervoor een verklaring.

- 5** Verzin twee oplossingen om het CO₂-gehalte te verminderen.

