

### Inleiding

Onze watervoorziening houdt verband met een totale reeks van gebeurtenissen vaak beschreven als de waterkringloop. In deze context wordt het woord “kringloop” gebruikt om een continue herhaling van gebeurtenissen aan te geven, de beweging van watermoleculen uit de wateren, het land, en levende dingen op het land naar de lucht en weer terug. Om dit proces te kunnen laten zien worden er twee methodes gebruikt: een model en een serie fotokaarten.

### Doorlopende leerlijn

Het model van de waterkringloop past uitstekend in de doorlopende leerlijn van primair naar voortgezet onderwijs.

Kernen	PO, oriëntatie op jezelf en de wereld	Onderbouw VO, Mens en maatschappij en Mens en natuur	Tweede Fase VO
Klimaatstelsel, weer en klimaat	43. De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind	29. De leerling leert: Kennis te verwerven over en inzicht te verkrijgen in sleutelbegrippen uit het gebied van de levende en niet-levende natuur (neerslag, temperatuur, klimaatzones, biodiversiteit, zeestromen, verdamping, kringlopen), en leert deze sleutelbegrippen te verbinden met situaties in het dagelijks leven. 32. De leerling leert: te werken met theorieën en modellen door onderzoek te doen naar natuurkundige en scheikundige verschijnselen als licht, (water)beweging, energie.	Domein C: Aarde, samenhangen en verschillen, diversiteit op aarde: - natuurlijke verschijnselen aan het aardoppervlak en in de atmosfeer beschrijven, herkennen en verklaren, rekening houdend met verschillende tijd- en ruimteschalen

lg	vmbo			havo			vwo		
	De Geo	Buitenland	Wereldwijd	De Geo	Buitenland	Wereldwijd Humboldt	De Geo	Buitenland	Wereldwijd Humboldt
1		2 Klimaten Warm en koud 5 Natuurrampen De kracht van de natuur	3 Wat een klimaat (4e ed.) 6 De stille kracht (4e ed.) 3 Klimaten (5e ed.)	2 Natuurlandschappen op aarde	2 klimaten Het is maar wat je gewend bent 5 Natuurrampen De kracht van de natuur	3 Van de groene hel naar de eeuwige sneeuw (4e ed.) 6 De hyperactieve aardkorst (4e ed.) 3 Klimaten (5e ed.) 2 Klimaatgebieden (Hb) 4 Water (Hb)	2 Natuurlandschappen op aarde	2 klimaten Het is maar wat je gewend bent 5 Natuurrampen De kracht van de natuur	3 Van de groene hel naar de eeuwige sneeuw (4e ed.) 6 De hyperactieve aardkorst (4e ed.) 3 Klimaten (5e ed.) 2 Klimaatgebieden (Hb) 4 Water (Hb)
2		2 landschap Van de bergen naar de zee		3 Europa: van de bergen naar de zee	2 landschap Van de bergen naar de zee		3 Europa: van de bergen naar de zee	2 landschap Van de bergen naar de zee	
3				5 Het Nederlandse landschap			5 Het Nederlandse landschap		
4			module Water module Weer en	Systeem aarde Wonen in Nederland	1 aarde: klimaatzones en landschappen (1e ed.)	Aarde 1	Systeem aarde Klimaatvraagstukken	1 aarde: extern systeem en klimaatzones	Aarde 1

			klimaat		2 AARDE Klimaat en en landschap (2e ed.)		Wonen in Nederland	(1e ed.) 2 AARDE Klimaat en landschap (2e ed.)	
5					5 HERHALING AARDE	Aarde 1			Aarde 1
6								4 herhaling: aarde	

### Doeleinden

- ⇒ Het naar waarde schatten van de kringloop van materialen in de omgeving.
- ⇒ Het visualiseren van de steeds herhalende stappen in de natuurlijke waterkringloop.
- ⇒ Het herkennen van de verschillende vormen van water.
- ⇒ Het gebruik van onderzoeksvaardigheden; observeren, beschrijven, vergelijken, vertalen, afleiden en toepassen. In het primair onderwijs leerlingen leren omgaan met de geografische vierslag:
  - Waarnemen/beschrijven: wat zie ik? waar zie ik het? hoe ziet het eruit?
  - Herkennen: heb ik dat ergens anders meer gezien?
  - Verklaar: hoe komt dat? Waarom daar? Waarom niet ergens anders?
  - Waarderen: wat vind ik ervan? Wat vinden anderen ervan? Kan het ook anders?
- ⇒ Het oefenen van kritisch denken in verband met uitleg, verdediging en het beantwoorden van waarom-vragen.
- ⇒ De nadruk leggen op de milieuthema's:
  - onderlinge verhoudingen van milieucomponenten
  - cyclische karakter van de processen



### Beschrijving van het leermiddel

Het model van de waterkringloop bestaat uit:

- een metalen standaardje,
- de bodembak met gebergte, de rivier en het dal;
- het deksel met een uitsparing voor ijsblokjes;
- een wolk

Niet bij het model meegeleverd maar wel nodig voor het experiment is een warmtelamp of bureaulamp (min. 100 Watt). Na het opstarten van het model duurt het ongeveer 1,5 uur voordat deze goed functioneert. Houdt hier rekening mee in de planning.

### Benodigheden

- het model van de waterkringloop;
- 2 bekers van 400 ml (art.nr. 117824)
- lichte blauwe kleurstof voor levensmiddelen (art.nr. 412913)
- verwarmingsplaat (art.nr. 118002)
- of brander met driepoot, gaasje en gas slang (art.nr. 118123, 118155, 118256)
- ijsklontjes
- een beker water
- warmtelamp (art.nr. 11643 of 138543)

### Het experiment van de waterkringloop

Tijdens deze activiteit moet iedere leerling:

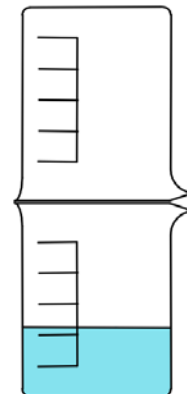
- de demonstratie van de waterkringloop bekijken en beschrijven
- de demonstratie van de waterkringloop in verband brengen met en koppelen aan de natuurlijke waterkringloop zoals weergegeven op de serie fotokaarten 1 tot 10 en het model van de waterkringloop.

### De stappen (voor de docent)

- 1 Giet ongeveer 4 cm water in een bekerglas van 400 ml en kleur het water lichtblauw met kleurstof voor levensmiddelen (art.nr. 412913).
- 2 Zet het bekerglas op een verwarmingsplaat (of bunsenbrander met driepoot en gaasje) zodat het blauwe water kookt, zodra je met de les begint.
- 3 Introduceer de activiteit door naar de maatbeker met kokend water te wijzen. Stel de volgende vragen:
  - Wanneer we water koken verdwijnt het na een tijdje. Waar gaat het heen?
  - Laten we eens kijken of we kunnen achterhalen waar het heen gaat.
- 4 Zet een tweede maatbeker van 400 ml over de eerste (let op: de eerste maatbeker is heet). Zet de maatbekers zo dat de schenktuiten tegenover elkaar zitten. Tape de twee bekerglazen met plakband aan elkaar maar laat de schenktuiten vrij.
- 5 Bedenk een serie vragen om de aandacht te richten op de vorming van kleine druppeltjes van kleurloos condenswater aan de zijkanten van het bovenste bekerglas en misschien het ontsnappen van een klein beetje stoom bij de tuit.
 

Zeg dan:

  - Zoals je kunt zien hebben we er voor gezorgd dat wat van het blauwe water is verdampt.
  - Kun je enkele voorbeelden van verdamping noemen in het dagelijks leven?
- 6 Nadat leerlingen zich zaken zoals het opdrogen van plassen water, natte kleding, haren, grasvelden en het verwelken van planten hebben herinnerd, kun je het idee ontwikkelen dat verdampt water in de lucht kan veranderen in nevel, mist of wolken door te vragen:
  - Wat gebeurt er met water in de lucht nadat het is verdampt?
  - Welke verschillende vormen kan water hebben als het vanuit de wolken terug op de aarde valt?
  - Waar gaat het water heen nadat regen, sneeuw of hagel de grond heeft bereikt en nadat de sneeuw en hagel is gesmolten?

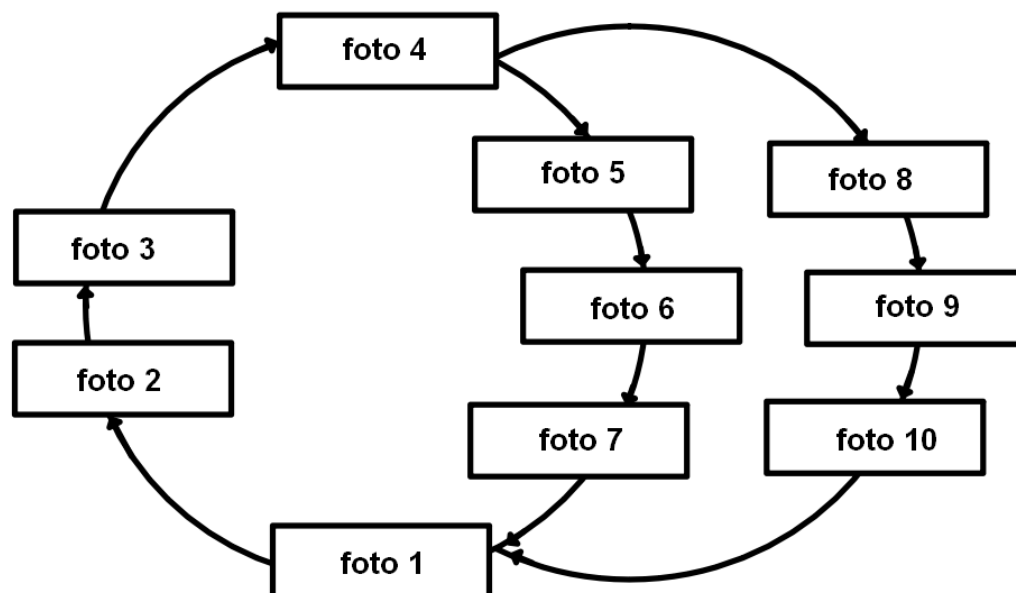


**Opmerking:** als je fotokaarten hebt kun je doorgaan met de les. Zo niet, ga dan naar **het model van de waterkringloop**.

### Fotokaarten

Laat de fotokaarten van de waterkringloop zien en ga verder met de discussie. Zoek overeenkomsten tussen de demonstratie met de bekerglazen en de componenten van de waterkringloop, afgebeeld op de kaarten.

Gebruik pijlen om een continue stroom weer te geven van wat te zien is op de ene fotokaart naar de daarop volgende, zoals hieronder te zien is:



Informatie op de achterkant van de verschillende waterkringloop kaarten:

Foto 1	<b>Oceaan branding (Ocean Surf)</b> De oceaan is een enorm reservoir van water. Let op het opspatten van de golven als ze tegen de rotsen botsen langs de kust.
Foto 2	<b>Mistbank (Fog Bank)</b> Water verdampt uit de oceaan. Bij het opstijgen vormt het kleine neveldruppeltjes en mist.
Foto 3	<b>Stratuswolken (cloud bank)</b> De nevel of mist stijgt op en vormt wolken. Deze wolken blijven soms hangen bij bergen en heuvels.
Foto 4	<b>Wolken (Clouds)</b> Wolken zijn niets meer dan water dat is verdampt van de aarde. De waterdamp is gecondenseerd in hele kleine druppeltjes. Deze druppeltjes zijn licht genoeg om in de lucht te zweven. Zie de zonnestrallen achter de wolken.
Foto 5	<b>Regen (Rain)</b> Wanneer genoeg waterdruppeltjes samenvloeien, worden ze te zwaar om in de lucht te blijven zweven en vallen ze naar beneden als regen.
Foto 6	<b>Regenboog (Rainbow)</b> De zon die op de nevel in de lucht schijnt tijdens of onmiddellijk na een regenbui vormt een regenboog. Zie nieuwe dampwolken vormen als de regen verdampt.
Foto 7	<b>Rivier (River)</b> De regen verzamelt zich en stroomt uiteindelijk terug naar de oceanen en rivieren. Zie de nevel die verdampt van het oppervlak van de rivier.
Foto 8	<b>Sneeuw die uit de wolken valt (Snow falling from clouds)</b> Als de luchttemperatuur koud genoeg is, vormen waterdruppels sneeuw kristallen die dan naar beneden vallen.
Foto 9	<b>Stuifneeuw (Drifting snow)</b> De sneeuw op de grond kan worden opgeblazen door de wind, waar het blijft tot het begint te verdampen of smelt.
Foto 10	<b>Smeltende sneeuw</b> Wanneer sneeuw smelt, verdampt een deel in de lucht. Het grootste deel loopt af in stromen en rivieren, waar het uiteindelijk de oceaan bereikt.

Ga door met de discussie, het trekken van conclusies en de vastgestelde verbanden. (Dat wil zeggen, water uit meren, oceanen, rivieren en planten komt terecht in de lucht; vormt wolken; verlaat de wolk in verschillende vormen van neerslag; en keert terug naar de watermassa's.) Laat dan de onderdelen van de waterkringloop zien aan de hand van het model.

Zeg: we moeten nu in staat zijn om een klein model van de waterkringloop samen te stellen.

### Het model van de waterkringloop.

Het model van de waterkringloop is zo ontworpen dat de processen van verdampen en condenseren van water worden beperkt in een gesloten plastic bak. De warmtebron (gloeilamp) en koude bron (ijsklontjes) worden buiten de bak toegepast.

- 1 Leeg het zakje met ijsblokjes in de deksel. Het ijs zorgt ervoor dat de bovenste luchtlagen afkoelen.
- 2 Giet een beker met 200 ml blauw gekleurd water onder in de bak. Dit water stelt de oceanen en rivieren op de aarde voor.
- 3 Plaats de deksel waarin de ijsklontjes liggen op de onderste bak.
- 4 Plaats de wolk-deksel op de bovenste kap.
- 5 Plaats de warmtelamp voor het model, zodat de warmte straalt op het water dat de oceanen voorstelt. De lamp stelt de zon voor.



**Pas op:** Plaats de lamp niet te dicht bij de deksel. Het plastic wordt te warm en vervormd. Controleer regelmatig met uw hand of de deksel niet te heet wordt.

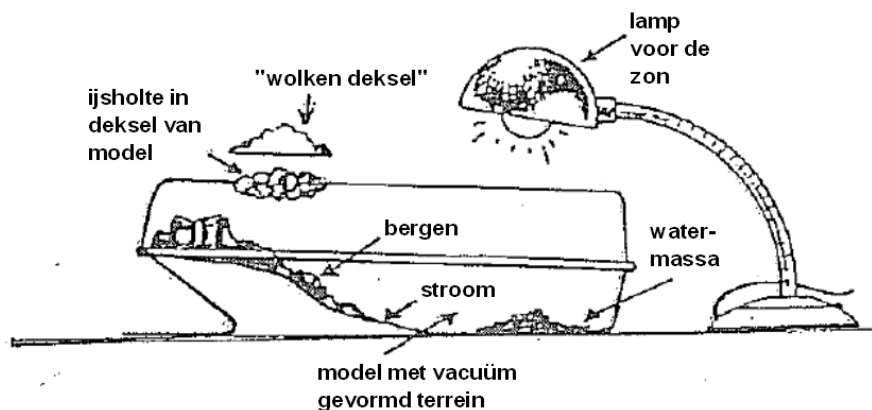
- 6 Wacht 1,5 uur en onder de wolk met ijs verschijnen de eerste druppels. De warme lucht, verwarmt door de lamp, bevat het vocht uit de "ocean", stijgt tot de bovenkant van de kamer waar het wordt afgekoeld door het ijs. Als de lucht wordt gekoeld door het ijs gaat het vocht in de lucht condenseren en vormt druppels in het gebied van het deksel dat onder het ijs ligt. Wanneer deze druppels vallen, "regent" het.

Het model moet afgewassen worden voor gebruik. Dat zorgt ervoor dat de droge oppervlakken verzadigen en vermindert de tijd die nodig is voor het model gaat werken. Het model werkt het beste als de zak met ijs is afgedekt door het "wolkendeksel". Dit houdt de kou vast en zorgt ervoor dat het ijs niet zo snel smelt.

- Tip: Om de waterkringloop goed te kunnen zien, dient de plastic wand van de deksel schoongeveegd te worden. Til de deksel niet te lang op anders treedt er teveel condensverlies op.



- Tip: Plaats een vel wit papier onder de "ocean" en de lamp zal de warmte in dat gebied reflecteren. Dit zal ook de tijd verminderen die nodig is voor het model gaat werken.



Zoals te zien is in de afbeelding, is het model ontworpen met een helling, zodat het water naar één kant stroomt (ongeveer een derde van het onderste gedeelte).

### Richt de aandacht op de tien fotokaarten.

Wanneer de condensatie begint te vallen (regen) bij het gebied van het met ijs gevulde deel, stel dan de vragen:

- Wat zie je gebeuren?
- Wat deed het ijs met het water dat de lucht in ging?
- Wat gebeurt er met het water in de lucht nadat het is afgekoeld?
- Waar gingen de waterdruppels (regen) heen?

Laat de leerlingen de onderdelen van het model ("oceanen", "zon", enz.) vergelijken met de omgevingscomponenten die te zien zijn op de afbeeldingen van de fotokaarten en hun werkelijke omgeving. Stel vragen zoals:

- *Hoe werd het water in het model verwarmd?*
- *Wat verwarmt het water in echte oceanen en rivieren?*
- *Wat vertegenwoordigde de lamp?*
- *Welk deel van het model vertegenwoordigt de oceaan afgebeeld op foto 1?*
- *Welk deel van het model vertegenwoordigt de wolken afgebeeld op foto 4?*

Let er op dat de leerlingen het ijs niet gelijk stellen aan de afgebeelde sneeuw en ijsbergen.

Het gegeven dat de temperatuur daalt bij het toenemen van de hoogte kan worden ontwikkeld door het bespreken van hoe het sneeuwt in de bergen terwijl het beneden regent, of hoe vliegtuigen verwarmd moeten worden, of piloten die warmtekleding moeten dragen.

- *Wat gebeurde er met het water in de lucht wanneer het de koude deksel met het ijs erop bereikte?*
- *Wat gebeurt er met het water van de oceaan als het verdampt in de lucht en de koude lucht bovenin de atmosfeer bereikt?*

Sluit af met de opmerking:

- *Wat we net hebben gezien en beschreven wordt de waterkringloop genoemd. Een waterkringloop is een constante herhaling van de stappen van verdamping en condenseren van water.*

Vraag nu aan verschillende leerlingen om elke stap van de waterkringloop aan te wijzen op het model of op de foto's. Vat dan samen door naar de corresponderende foto's te wijzen en te zeggen:

- *Water verdampt, wat betekent dat het in de lucht gaat en daar wolken vormt.*
- *De wolken stijgen naar de koude bovenste lucht waar ze regen of sneeuw vormen. Dit heet condenseren.*
- *De regen of sneeuw valt terug naar op aarde en komt terecht in onze rivieren, oceanen en meren. Dit heet neerslag.*
- *De waterkringloop is de bron van al ons water, en dat water gaat steeds maar weer door de kringloop.*

Na voltooiing van deze activiteit, moet elke leerling tenminste:

- de werking van de waterkringloop waargenomen hebben.
- het verband begrijpen tussen de werking van het model en de natuurlijke waterkringloop.
- de waterkringloop in eigen woorden omschreven hebben en verwijzen naar zowel de fotokaarten als het model.