



Den Haag

Handleiding Leerkracht

# Aardwarmte

Groene Energie



MILIEU  
EDUCATIE



# Inhoud

Leeswijzer	2
Onderwijsmodel	3
Leerplan in het kort	4
Foto impressie	5
Lesinformatie	6
Werkblad	10
Kopieerblad	20
Achtergrondinformatie	21
Inventarislijst	23

Wat staat waar in deze handleiding?

## Onderwijsmodel

Hier staat beschreven hoe en op basis van welk model de leskist is opgebouwd.

## Leerplan in het kort

Om snel een indruk te krijgen staan hier de doelen en organisatie van de leskist bij elkaar

## Foto impressie

Het foto impressie-blad geeft een beeld van de leskist in de praktijk.

## Lesinformatie

Hier staat alle informatie die je als leerkracht nodig hebt om de activiteiten met de leerlingen uit te voeren.

## Werkblad

Dit is het stappenplan voor de leerlingen, ze kunnen meteen zelf aan de slag. Deze zit ook als los boekje in de kist.

## Kopieerblad / invulblad

In het werkblad staan vragen, de antwoorden daarop kunnen op gekopieerde bladen worden ingevuld.

## Achtergrondinformatie

De achtergrondinformatie is bedoeld voor de leerkracht om met voldoende kennis en inzicht de opmerkingen van leerlingen onderkent en kunt inpassen in het conceptuele kader van de leskist. De achtergrondinformatie kan ook worden gebruikt om een introductie voor te bereiden.

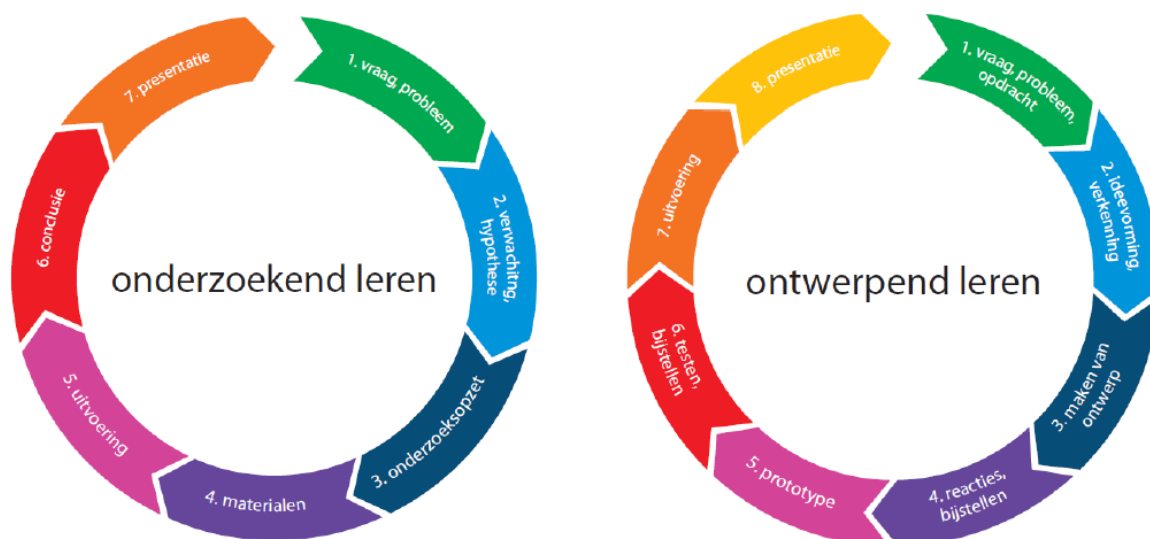
## Inventarislijst

Controleer voor en achteraf aan de hand van de inventarislijst de leskist. Op deze lijst staan alle onderdelen en aantallen van de onderdelen die in de leskisten horen benoemd.

Deze leskist is een onderdeel van Groene Energie. **Dit onderdeel gaat over aardwarmte.** De andere onderdelen zijn zonne-energie en windenergie, deze zijn apart aan te vragen. Ook kunnen alle onderdelen samen als lespakket worden geleend, om met de hele klas tegelijk aan de slag te gaan.

Deze leskist is bedoeld om (steeds) een groepje leerlingen (3 tot 5) zelfstandig te laten werken aan het onderwerp, terwijl de rest van de klas met iets anders bezig is. De leerlingen gaan met een stap voor stap beschrijving (werkblad) direct praktisch aan de slag. Het werkblad is te vinden in deze handleiding en ook als apart boekje in de kist.

Ervaring staat centraal, leerlingen doen kennis op door te doen. De lesmethode is losjes gebaseerd op het onderwijsmodel Onderzoekend en Ontwerpend Leren.



Het is aan te raden de praktische activiteit te introduceren met een inleiding en af te sluiten met een evaluatie. Je kunt de achtergrondinformatie gebruiken om een korte inleiding te geven over de energietransitie en groene energie ook staat er een link voor een filmpje in de handleiding.

Laat als afsluiting, als alle leerlingen de activiteit hebben gedaan, de leerlingen hun ervaringen met elkaar delen. Daarnaast kan ter evaluatie het online evaluatieformulier van Milieueducatie worden gebruikt. Scan de QR code of ga naar [www.milieueducatie.nl](http://www.milieueducatie.nl) en klik op Evalueer! (in het blauwe vak).



# Leerplan in het kort

## Groene Energie, praktisch techniekonderwijs Onderdeel Aardwarmte

### Groene energie werkt!

De leerlingen gaan zelfstandig aan de slag met een proef over aardwarmte, een natuurlijke energiebron die ingezet kan worden bij een overstap naar groene energie (de energietransitie).

De leerlingen gaan praktisch te werk en naast dat ze leren hoe aardwarmte werkt, denken ze ook na over hoe de energiebron efficiënt ingezet kan worden.

### Doelgroep

Groep 7/8

### Kernbegrippen

Energietransitie, Aardwarmte, Groene energiebron

### Leerdoelen

- De leerling weet wat energietransitie betekent.
- De leerling kent de noodzaak van de energietransitie.
- De leerling kan in een groepje een proef uitvoeren over de werking van aardwarmte.

### Studievaardigheden en voorkennis

De leerlingen dienen voor ze aan de slag gaan met de praktische inhoud van de leskist kennis gemaakt te hebben met verschillende energiebronnen (groen en fossiel) en het begrip energietransitie.

### Materiaal

Milieueducatie	Zelf verzorgen
Materialen proef aardwarmte	Warm water
Handleiding leerkracht	Handdoeken
Werkblad leerlingen (boekje)	Gekopieerde invulbladen

### Organisatie

Zet het groepje leerlingen op een plek met genoeg ruimte en toegang tot warm water.

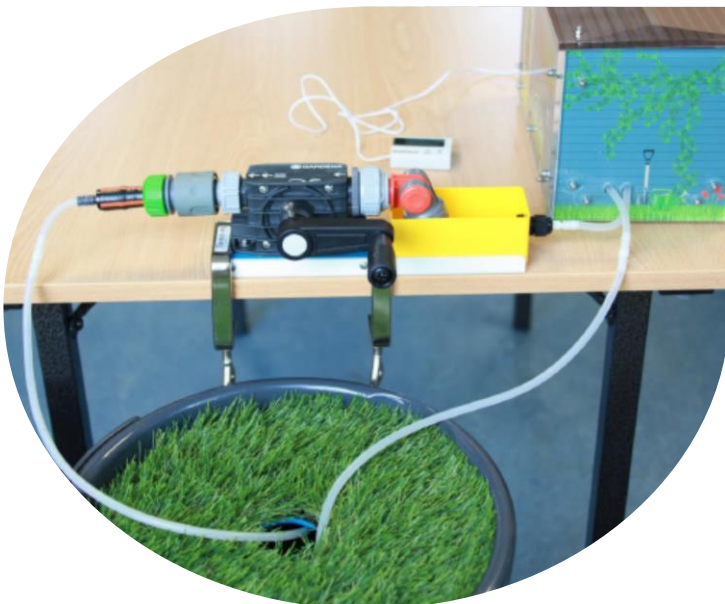
### Tijdsinvestering

Elk groepje is steeds ruim een uur met de proef bezig, daarnaast een inleiding (20 minuten) en een evaluatie (10 minuten)

### Vorbereiding leerkracht

Inleiding voorbereiden aan de hand van de achtergrondinformatie en evt. met filmpje (zie lesinformatie)  
Locatie van de proef klaarmaken.

De handleiding doorlezen en de proef bekijken om de leerlingen goed te kunnen helpen en verdiepingsvragen te kunnen stellen.



# Lesinformatie

## Aardwarmte

### Kernbegrippen

Aardwarmte, pomp, grond, verwarming

### Leerdoelen

Kennis

- De leerling weet wat aardwarmte is.
- De leerling kan het effect van isolatie aangeven.

Vaardigheden

- De leerling kan een instructie volgen om een aardwarmte installatie experiment op te bouwen en uit te voeren
- De leerling bedenkt verschillende werkwijzen om de meest effectieve manier te vinden om een ruimte te verwarmen en past deze werkwijzen toe.
- De leerling kan doormiddel van experimenteren onderzoeken hoe isolatie werkt.

### Klasinrichting

- Voor deze proef is warm/heet water nodig. Het warme/hete water kan uit de kraan komen, het is het handigst als de leerlingen het water zelf kunnen pakken op het moment dat ze het nodig hebben.
- Het warme/hete water gaat in een emmer en in een maatbeker (beide in de leskist te vinden).
- Er moet voor het onderdeel aardwarmte per groepje een invulblad voor de leerlingen worden gekopieerd.

### Wat doen de leerlingen

De leerlingen gaan een aardwarmte installatie bouwen en pompen hierin water rond. Het warme water stroomt door het huis en geeft zijn warmte in het huis af. In het huis zit de thermometer die aangeeft hoe warm het binnen is. Vervolgens gaan de leerlingen het huis isoleren om tot hogere temperaturen binnen in het huis te komen. Tot welke temperatuur kunnen ze het huis isoleren?

### Wat doet de leerkracht

Loop rond, assisteer en stel vragen om de leerlingen verder te helpen. Organiseer hoe de leerlingen hun resultaten aan elkaar presenteren. Hieronder zijn per stap die de leerlingen zetten aandachtspunten en verdiepingsvragen beschreven.

### Aandachtspunten

Stap	Aandachtspunten
1 en 2: Het klaarzetten van de spullen en controleren of alles het doet	<p>Hebben de leerlingen de voorbereidingen doorlopen?</p> <p>Aardwarmte wordt meestal gebruikt als alternatief woord voor geothermie: dat is warmte die vanaf 100 meter onder de grond gewonnen kan worden, en die afkomstig is uit de kern van de aarde. Bodemwarmte (waarvoor ook wel eens de term aardwarmte wordt gebruikt) is net iets anders: dat is warmte die onder de grond is opgeslagen die afkomstig is van de zon (minder diep onder de grond).</p>
3: Het installeren	<p>Zorg ervoor dat een groot gedeelte van de waterslang in het huis zit. Waarom is dat slim?</p> <p>Plaats de thermometer waar hij goed warm kan worden.</p> <p>Er mag best een groot deel van waterslang onder de aarde zitten. Waarom is dat handig?</p> <p>Zorg ervoor dat de pomp goed vast zit. Hoe gaat straks de warmte in het huis komen?</p> <p>Hoe zorg je ervoor dat er geen water verloren gaat? Wat is een gesloten cirkel? Waarom</p>



# Lesinformatie Aardwarmte

	<p>is dat belangrijk?</p> <p>Vraag van de leerling: Waarom gaat er warm water in het gele bakje, als in de tekst staat dat er koud water door de buizen de grond in gaat om daar opgewarmd te worden?</p> <p>Antwoord: om de installatie een beetje op gang te helpen. Omdat er niet zo heel veel lengte aan slang in de emmer zit, is het handig om alvast met warm water te beginnen, anders wordt het niet snel genoeg warm in de slang.</p>
4: Meten	<p>Wat gebeurt er nu met de temperatuur?</p> <p>Maakt het uit als er sneller of langzamer gepompt wordt?</p> <p>Waar zit de warmte?</p>
5: Isoleren	<p>Waar ontsnapt de warmte?</p> <p>Hoe kunnen we dat voorkomen?</p> <p>Isolatie: isolatie houdt het huis warm. Wat isolatie doet is ervoor zorgen dat warmte niet goed van de ene naar de andere plek kan stromen. Dus isolatie kan zowel iets warm als iets koud houden (bijvoorbeeld de deur van de koelkast is ook geïsoleerd en lekker dik, zodat het in de koelkast goed koud blijft). De leerlingen mogen het huisje isoleren met materialen die ze in de klas vinden. Denk bijvoorbeeld aan een warme trui, papierproppen, een sjaal, etc. Stimuleer ze om creatief hierin te zijn.</p>
6: Het vertellen aan de klas	<p>Hoe werkt het systeem?</p> <p>Hoe komt het dat de aarde warm is?</p> <p>Hoe heb je dat nagedaan?</p> <p>Verliest de aarde zijn warmte of wordt de warmte ergens anders verloren?</p> <p>Hoe ben je het warmteverlies tegen gegaan?</p>
Stap 7: Het opruimen	<p>Bij het inpakken van de kist moeten de ingeklapte emmer en de deksel bovenop liggen.</p> <p>Heb je de waterslang leeg gemaakt en gedroogd? <u>Dit is belangrijk ter voorkoming van Legionella.</u></p>

## Verdiepingsvragen

Stap	Verdiepingsvragen
1 en 2: Het klaarzetten van de spullen en controleren of alles het doet	<p>Waar zou je deze spullen voor kunnen gebruiken?</p> <p>Wat denk je dat het met het onderwerp aardwarmte te maken heeft?</p>
3: Het installeren: plaatsen van de verwarming	<p>Wat is de beste manier om via de slang het huisje te verwarmen?</p> <p>Hoe blijft de warmte het best in het huis?</p> <p>Kun je dit vergelijken met de verwarming in jouw klas/huis?</p>
3: Het installeren: de warmtewisselaar in de aarde	<p>Waarom stoppen we de waterslang onder de "grond"?</p> <p>Hoe denk je dat deze situatie er in het echt uitziet?</p> <p>Waarom halen we daar onze warmte vandaan?</p> <p>Hoe lang moet de waterslang zijn, als hij onder de grond zit?</p>
3: Het installeren: de pomp en het vullen van het systeem	<p>Waarom gebruiken we een pomp? Is de pomp echt nodig?</p> <p>Wat gaat er gebeuren als je de pomp en de waterslang aansluit?</p> <p>Waarom gebruiken we hiervoor water?</p> <p>Zou het kunnen dat dit systeem alsnog niet duurzaam is? (Geen duurzame energie gebruiken om de pomp te gebruiken).</p>

# Lesinformatie

## Aardwarmte

4 en 5: Meten en isoleren	Waar komt de warmte in het echt vandaan? Hoe diep zou je voor de echt bruikbare aardwarmte moeten graven? Hoe krijg je het huis nog warmer? Hoe worden huizen warm gehouden? Kan je voorbeelden van isolatie in de klas of huis vinden?
Stap 6: Het vertellen aan de klas	Welke vragen stelde je vooraf? Op welke vragen kreeg je antwoord? Welke methode was het leukst en welke werkte het beste? Hoe zou jij aardwarmte in jouw eigen huis willen? Wat heb je gedaan om het huisje nog warmer te maken? Is aardwarmte gratis?

### Troubleshoot

Soms lukt het niet om het water in de slangen goed rond te pompen. De laatste bladzijde van het werkblad van de leerlingen laat wat tips zien om het water stromend te krijgen. Tip voor de docent: oefen het eerst een keer zelf.

Wat is er mis?	Oplossing
Er lekt water.	Controleer of de pomp en de waterbak goed vastzitten. Controleer hierna de koppelstukken en draai deze goed aan. Een handdoek droogt het natte oppervlak.
De waterbak zit vol, maar het watersysteem is nog niet vol.	Controleer eerst of er sprake is van een gesloten cirkel. Controleer ook de waterslang in de aarde. Als er een gesloten cirkel is, haal dan links van de pomp de waterslang los en pomp door tot het lekt. Zet dan de waterslang weer vast en pomp meteen door. Dit zou het probleem moeten oplossen. Is dit nog steeds niet het geval, controleer dan de gehele waterslang op een verstopping.
De temperatuur stijgt niet genoeg.	Meet eerst de temperatuur in de emmer. Mocht het water in de emmer nog warm genoeg zijn, kijk dan naar de volgende oplossingen: - Plaats de thermometer achter een waterslang - Isoleer of verkort de waterslang buiten de aarde. Deze verliezen veel warmte!

### Uitvoeringstijd

Deel	Beschrijving	Tijd
Introduceren	Introductie van groene energie / aardwarmte	20 minuten
Vorbereiden	De leerlingen bekijken alle spullen en lezen over hun onderwerp	10 minuten
Uitvoeren	De leerlingen lopen de stappen van het werkblad door	50 minuten
Presenteren	De leerlingen vertellen aan elkaar wat ze hebben gedaan	20 minuten
Opruimen	Elk groepje zorg dat de spullen weer opgeruimd zijn volgens instructie	10 minuten
Evaluatie	Evaluatieformulier ( <a href="http://www.milieueducatedenhaag.nl">www.milieueducatedenhaag.nl</a> klik op Evalueer!)	10 minuten
<b>TOTAAL</b>		<b>2 uur</b>

# Lesinformatie Aardwarmte

## Materialenlijst

	Zelf verzorgen
Huisje met dak	Warm water
Verwarmingselement	Handdoeken
3 slangen	Gekopieerde invulbladen voor de leerlingen
3 koppelstukjes in een blikje	
Aansluiting pomp	
Pomp en geel bakje	
Thermometer	
Maatbeker	
2 Klemmen	
Isolatiemateriaal	
Emmer en deksel	
Kopieerblad Aardwarmte	

## Bronnen en links

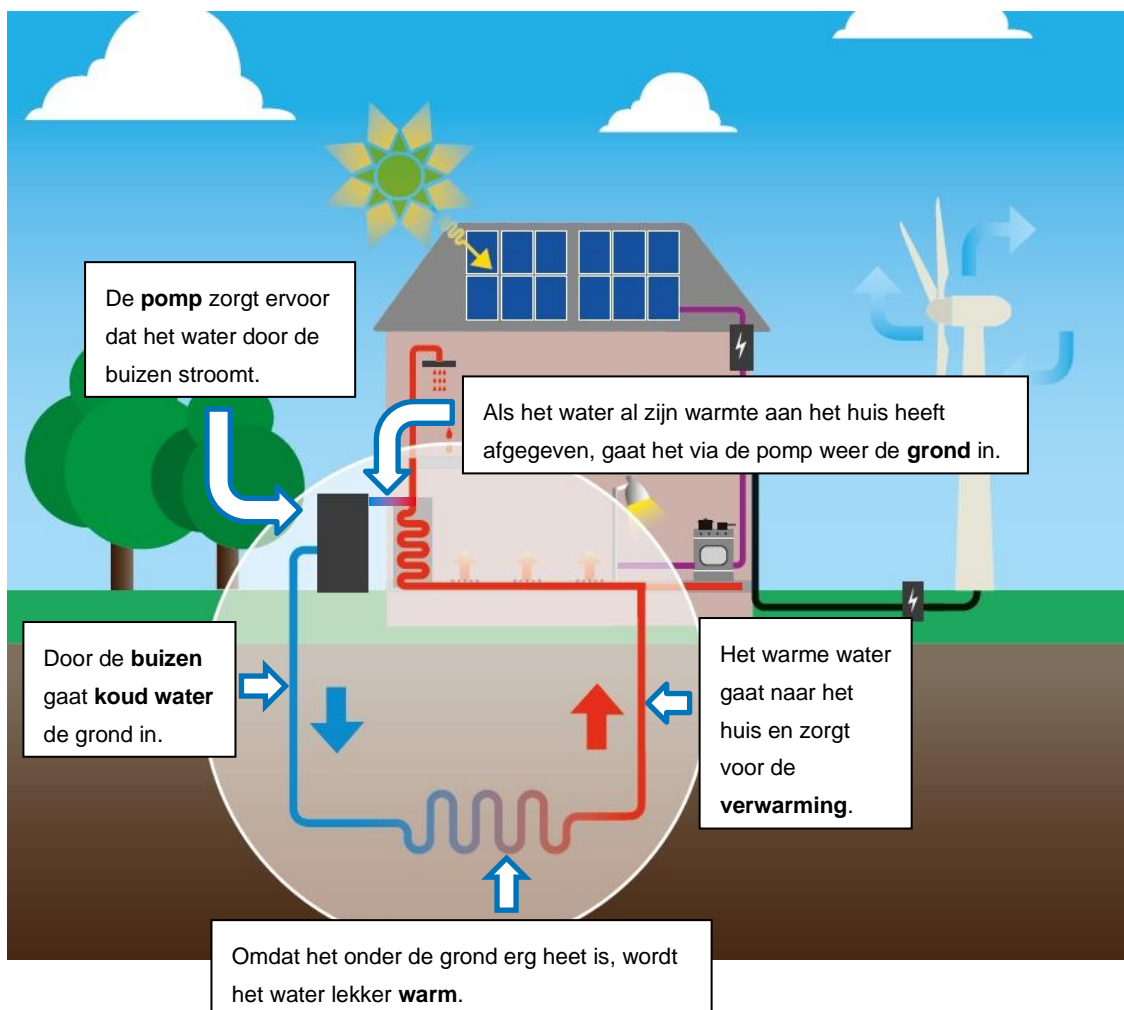
Bron	Link	Beschrijving
Milieucentraal	<a href="https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/aardwarmte-en-bodemwarmte/">https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/aardwarmte-en-bodemwarmte/</a>	Uitleg bodemwarmte/geothermie voor de leerkracht.
Schooltv	<a href="https://schooltv.nl/video/het-klokhuis-aardwarmte/">https://schooltv.nl/video/het-klokhuis-aardwarmte/</a>	Aflevering van het klokhuis over aardwarmte.
Schooltv	<a href="https://schooltv.nl/video/zapp-your-planet-power-check-de-diepste">https://schooltv.nl/video/zapp-your-planet-power-check-de-diepste</a>	Filmpje om eventueel te gebruiken bij een introductie.

# Werkblad Aardwarmte

## Wat is aardwarmte?

Onder de grond is het warm. Dat merk je niet als je een kuil graaft met een schep: de warmte zit daarvoor te diep onder de grond. Die warmte komt daar doordat de zon overdag op de aarde schijnt. De grond warmt daardoor op en als die warmte diep genoeg doordringt, dan kan de aarde de warmte goed vasthouden. Als je nog dieper onder de grond gaat wordt het nog warmer. Die hele diepe warmte komt vanuit de kern van de aarde: de aardkern is heel erg heet. Aardwarmte is een naam voor allebei die soorten warmte die onder de grond te vinden zijn.

Aardwarmte kan gebruikt worden om huizen te verwarmen. Diep onder de grond zit namelijk water dat heet is geworden dankzij de aardwarmte. Eerst wordt een gat geboord om bij dat warme water te komen. Het warme water wordt via het gat omhoog gepompt en gebruikt om huizen mee te verwarmen. Als het water alle warmte kwijt is wordt het via een tweede gat weer terug onder de grond gepompt, zodat het weer op kan warmen. Het water wordt steeds opnieuw gebruikt. De warmte in de aarde raakt niet op. Daarom is aardwarmte gratis en er komt geen CO<sub>2</sub> vrij bij het gebruiken ervan. Het enige dat wel geld en energie kost is het oppompen van het water en het aanleggen van het systeem om water uit de grond te krijgen.



# Werkblad Aardwarmte

## Deel 1: Voorbereiden

Leg alle spullen die je nodig hebt op tafel. Dit zijn ze:



### Huisje met dak

Het dak van het huisje zit los. Jullie gaan straks proberen dit huisje van binnen warm te maken.



### Verwarmingselement

Hiermee gaan jullie straks een verwarming voor het huisje maken.



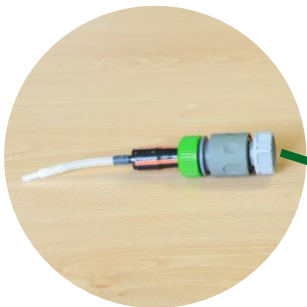
### 3 slangen

Hier gaat warm water doorheen stromen. Daarmee wordt het huisje verwarmd.



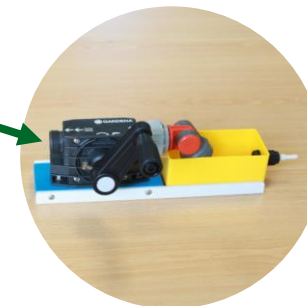
### 3 koppelstukjes, in een blikje

Hiermee kunnen jullie de slangen aan elkaar maken.



### Aansluiting pomp

Draai deze op de achterkant van de pomp. Hier komen straks de slangen aan vast.



### Pomp en geel bakje

Als jullie straks gaan pompen kan het warme water door de verwarming stromen, en zo het huis verwarmen.



### Thermometer

Hiermee gaan jullie straks meten of het huisje echt warmer wordt dankzij de aardwarmte.



### Maatbeker

Die hebben jullie straks nodig om de verwarming te laten werken.



### 2 klemmen

Hiermee kun je de pomp vastmaken aan de tafel.



### Isolatiemateriaal

Hiermee kunnen jullie ervoor zorgen dat het huisje niet te snel afkoelt.



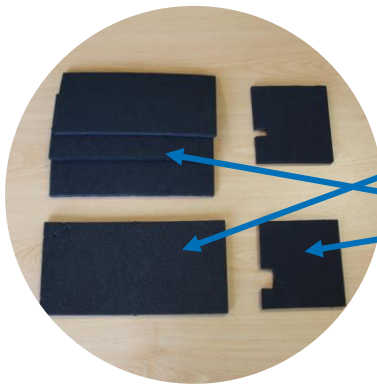
### Emmer en deksel

In de emmer gaat straks warm water. De deksel is bedekt met gras en houdt het water in de emmer lekker warm.

# Werkblad Aardwarmte

## Deel 2: Controleren

Jullie gaan nu controleren of alles compleet is en of alles wat je nodig hebt het doet.  
pomp alle spullen, vastmaken (foto)



### Isolatiemateriaal

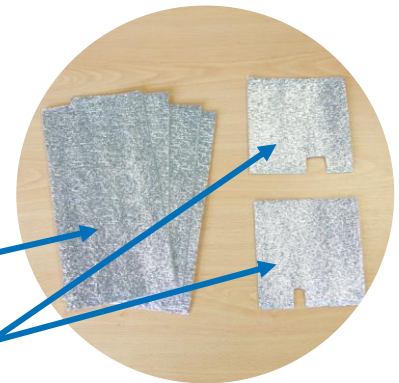
Jullie hebben twee soorten isolatiemateriaal gekregen, **zwart** en **zilver**.

#### Zwart:

- 1 stuk is het grootst
- 3 stukken, iets kleiner dan de grootste
- 2 kleine stukken, met een hap eruit.

#### Zilver:

- 4 grote stukken
- 2 kleine stukken, met een hap eruit.



Hebben jullie alle isolatiematerialen compleet?

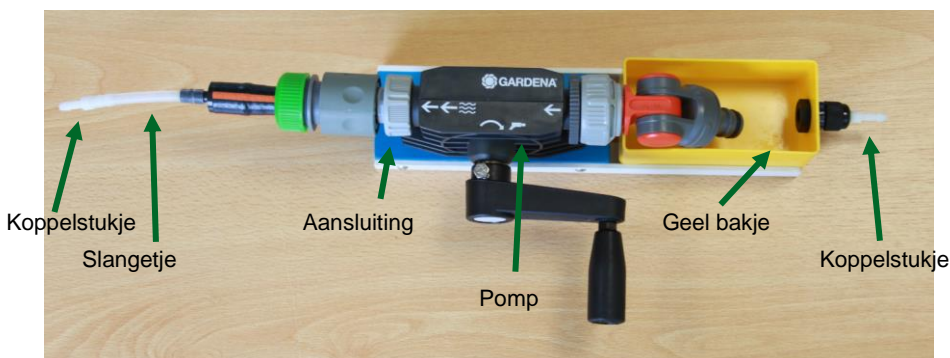
Klap de **emmer** uit.



### Thermometer

- Zet de thermometer aan met het knopje ON/OFF.
- Kijk of hij goed staat, achteraan moet °C staan (en niet °F). Als er °F staat druk dan op de knop °C/°F, zodat achteraan °C komt te staan.
- Zet de thermometer weer uit met de knop ON/OFF.

Zit de **pomp** helemaal goed in elkaar?



Maak de **pomp** met de **klemmen** vast aan de tafel.



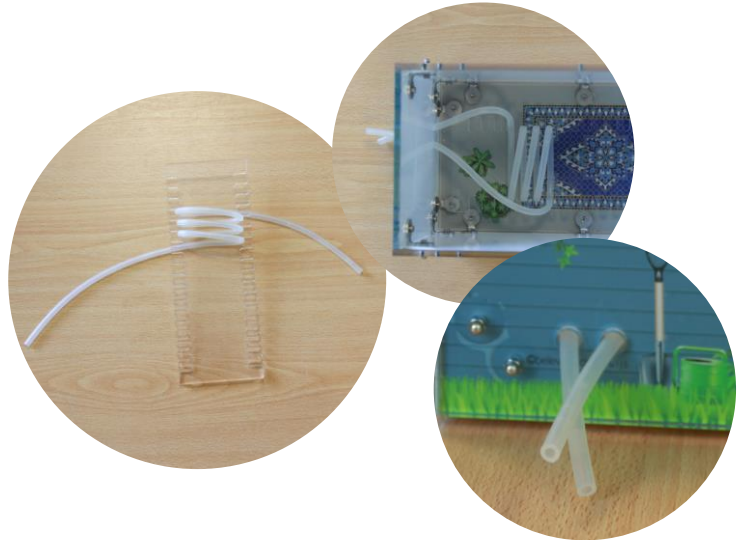
Zorg ervoor dat je goed kunt **draaien**!

## Deel 3: Installeren

Jullie gaan nu het huis aansluiten op de aardwarmtepomp.

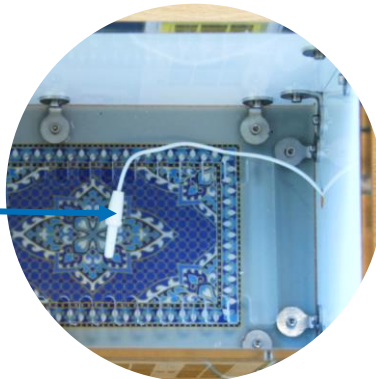
### Stap 1: Verwarming maken en in huisje leggen

- Pak de middellange slang.
- Pak het verwarmingselement.
- Wikkel de slang om het verwarmingselement.
- Jullie hebben nu een verwarming gemaakt!
- Leg de verwarming in het huisje.
- Steek de twee uiteindes van de slang door de zijkant van het huisje waar twee gaten in zitten.



### Stap 2: Thermometer in het huisje leggen

- Pak de thermometer en zet hem aan met de ON/OFF knop.
- Aan het uiteinde van de draad die aan de thermometer hangt zit een witte **sensor**.
- Zoek de zijkant van het huisje waar 1 gat in zit.
- Steek de sensor van buitenaf in het gat en zorg ervoor dat hij in de buurt van de verwarming ligt.
- Je kunt nu kijken op de thermometer hoe warm het in het huisje is.

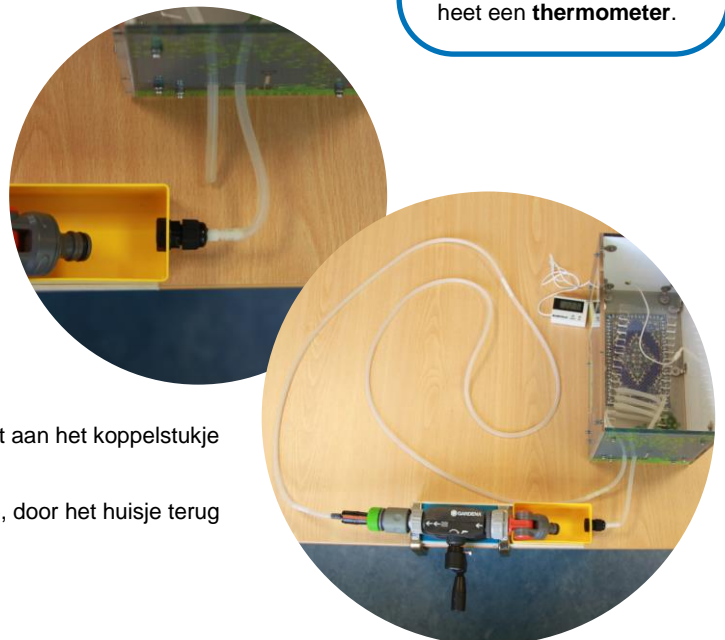


Een **sensor** is een apparaat om mee te **meten**.

De sensor bij dit proefje is speciaal gemaakt om te meten hoe warm het is. Zo'n warmte-sensor heet een **thermometer**.

### Stap 3: Slangen aansluiten

- Pak het bakje met de koppelstukjes.
- Maak de ene slang die uit het huisje komt vast aan het gele bakje. Het koppelstukje zit al aan het gele bakje.
- Maak de andere slang die uit het huisje komt met een koppelstukje vast aan de langste slang.
- Maak daaraan de kortste slang vast, weer met een koppelstukje.
- Maak ten slotte de hele lange slang die je nu gemaakt hebt vast aan het koppelstukje aan de achterkant van de pomp.
- Als het goed is maakt je slang nu een rondje van het gele bakje, door het huisje terug naar de pomp.



## Stap 4: Warm water pakken

- Vul de emmer met heet water uit de kraan, tot het witte streepje op de foto hieronder.



In deze proef gebruik je geen echte aarde. Gewone aarde is namelijk niet warm. Pas diep onder de grond is de aarde warm genoeg om een verwarming mee te maken.

Daarom gebruiken jullie warm water in plaats van aarde. De deksel van de emmer heeft gras erop, zo lijkt het toch alsof de slangen de grond in gaan.

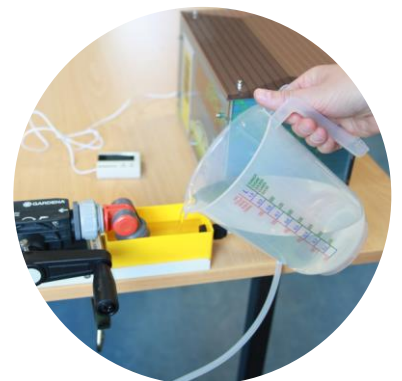
## Stap 5: Slang in de emmer

- Zet de emmer vlakbij de tafel.
- Doe de deksel op de emmer.
- Pak de slang die uit het huisje hangt en duw hem door het gat in de deksel in de emmer.
- Er moet zoveel mogelijk slang in het warme water hangen!



## Stap 6: Water in de slangen

- Doe **warm water** in de maatbeker.
- Giet het warme water in het gele bakje.
- Controleer of alle slangen goed zijn aangesloten. Elke slang moet aan beide kanten zijn aangesloten. De slangen maken een rondje.
- En pompen maar! De draairichting staat op de pomp, je moet met de klok mee draaien.
- Kijk of het water nu door alle slangen gaat stromen. Als het goed is vullen alle slangen met water terwijl je pompt. Dat kun je goed zien in het gele bakje.



→ **Lukt het niet om de slangen te vullen met water? Ga dan naar de laatste bladzijde van dit werkblad!**

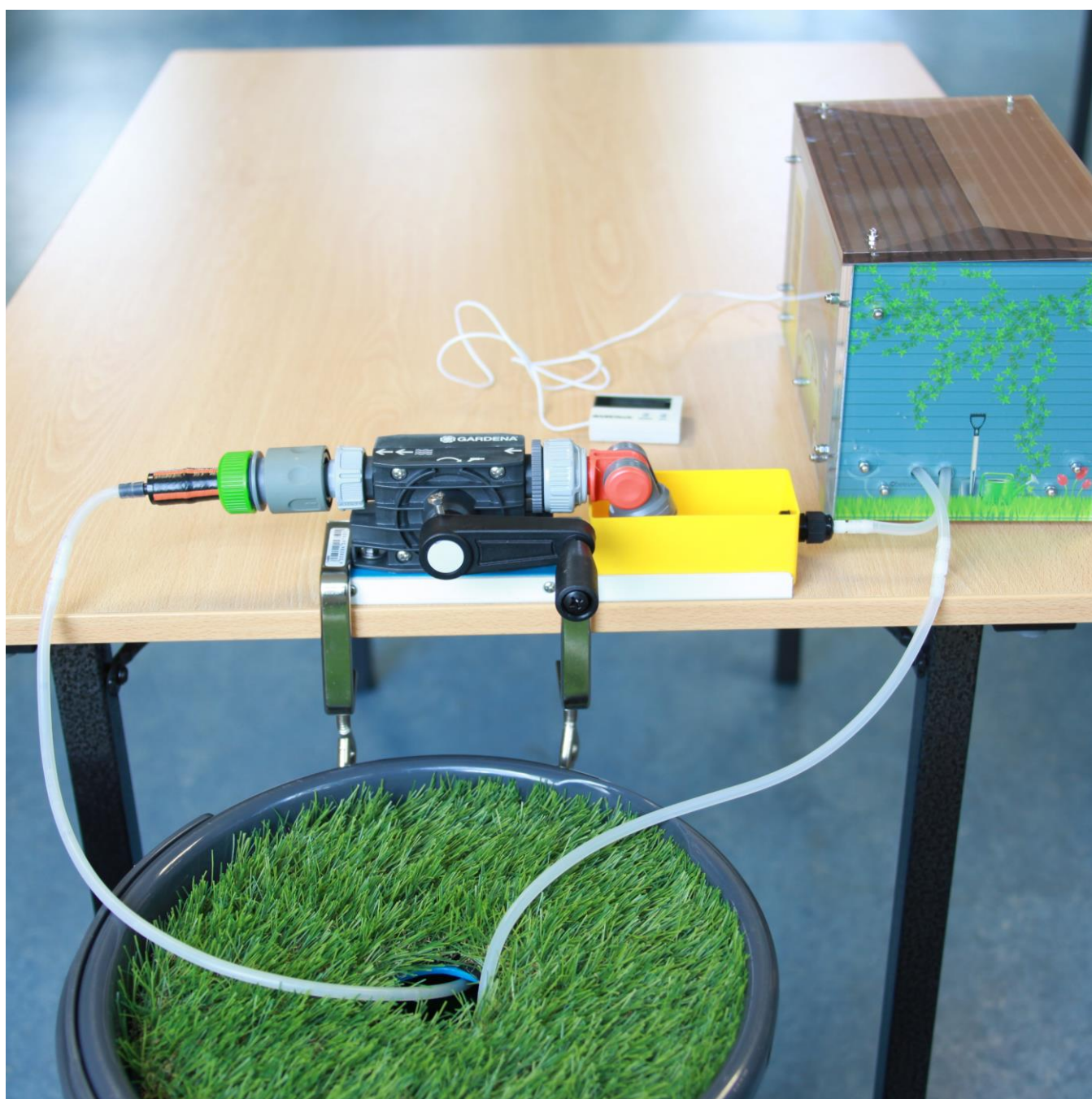
**Stop met pompen zodra de slangen gevuld zijn.**



# Werkblad Aardwarmte

## Zo ziet het er nu uit.

Op deze foto zie je hoe jullie opstelling er nu ongeveer uit moet zien. Als jullie klaar zijn met bouwen dan kun je naar het volgende deel van het experiment gaan.



# Werkblad Aardwarmte

## Deel 4: Meten

Jullie hebben nu een verwarming gebouwd voor het huis die net zo werkt als een echte aardwarmte-verwarming. Maar... werkt de verwarming echt? Nu kunnen jullie gaan meten of het huisje warmer wordt dankzij de aardwarmte-verwarming. Bij dit deel heb je het **Invulblad Aardwarmte** nodig.

### Stap 1: Starttemperatuur opmeten

Hoe warm is het in huisje?



Kijk op de thermometer en **vul je antwoord in op het invulblad**.

### Stap 2: Pompen

Nu gaan jullie pompen. Wat gebeurt er met de temperatuur?

### Stap 3: Hoogste temperatuur

Hoe hoog wordt de temperatuur?



**Schrijf** de hoogste temperatuur die jullie hebben bereikt op.



Met warmte uit de aarde kun je dus een huis verwarmen. Die warmte is er gewoon, die hoef je niet te kopen, en niemand hoeft die warmte te maken. Super handig, toch?

Toch is het gebruik van aardwarmte niet helemaal gratis. Iemand moet namelijk de buizen aanleggen en het hele systeem onderhouden. En er moet natuurlijk iemand aan de pomp draaien!

In dit experiment zorgen jullie voor het draaien, in het echt gebruiken mensen een elektrische pomp. Die pomp draait automatisch, op stroom. En die stroom die is natuurlijk niet gratis.

Aardwarmte is dus gratis voor iedereen, maar je hebt een pomp nodig om de warmte in je huis te krijgen. Voor de elektriciteit van de pomp zou je zonne-energie kunnen gebruiken. Dan gebruik je echt alleen groene energie voor de verwarming!

# Werkblad Aardwarmte

## Deel 5: Isoleren

Een echt huis is geïsoleerd. Daardoor kan er minder warmte uit het huis ontsnappen. Jullie gaan het aardwarmte-huisje ook isoleren.



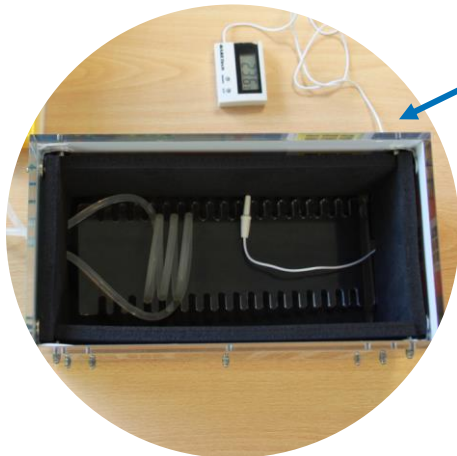
Isoleren is net alsof je het huis een warme jas aantrekt. Met een warme jas aan koel je minder snel af, omdat de warmte niet zo goed weg kan.

Bij een huis werkt het net zo: als je een laagje warm materiaal tegen de muren van een huis plakt, blijft het lekkerder warm binnen.

Jullie hebben twee soorten isolatiemateriaal gekregen, zilver en zwart.

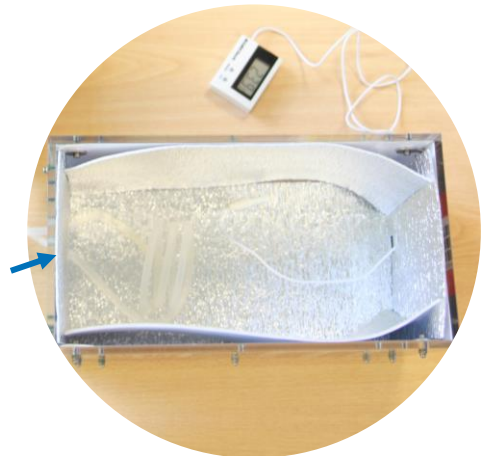
### Stap 1: Isolatiemateriaal in het huisje

Kies één van de twee soorten isolatie. Bekleed de binnenkant van het huisje ermee.



Zwart: het grootste stuk moet op de bodem. De stukjes met een hapje eruit zijn voor de korte kanten. De andere stukken zijn voor de muren en het dak.

Zilver: de stukjes met een hapje eruit zijn voor de korte kanten en de andere stukken zijn voor de vloer, de muren en het dak.



### Stap 2: Pompen en vergelijken

- Ga nu weer pompen en meet de hoogste temperatuur.



Schrijf de hoogste temperatuur die je gevonden hebt op het **invulblad**.

- Probeer precies hetzelfde met het andere isolatiemateriaal.



Schrijf weer de hoogste temperatuur die je gevonden hebt op het **invulblad**.

- Welke isolatie werkt het best? Hoe hoog wordt de temperatuur maximaal? Schrijf je antwoorden op.

### Stap 3: Kan het nog heter?

Kun je ook nog andere isolatiematerialen in de klas vinden om het huis nog warmer te houden? Wat is de allerhoogste temperatuur die jullie in het huisje kunnen krijgen? Schrijf op het invulblad wat jullie hebben gebruikt en hoe hoog de temperatuur was.



# Werkblad Aardwarmte

## Deel 6: Afsluiten

Vertel aan de klas wat jullie hebben gedaan. Beantwoord daarbij de volgende vragen:

- Wat gebeurde er in het huisje? Hoe heb je dat gemeten? Wat moesten jullie daarvoor doen?
- Waar kwam de warmte vandaan? En hoe werkt dat in het echt?
- Wat gebeurde er als je het huisje isoleerde? Wat was de beste isolatie?

En dan nu... **Opruimen!**

### Stap 1: Slangen

Alle slangen moeten los en worden doorgespoeld onder de kraan. Laat ze goed uitlekken of ga naar buiten en slinger het water eruit. Droog de slangen goed af.

### Stap 2: Koppelstukjes

Droog de koppelstukjes af en doe ze in het blikje.

### Stap 3: Pomp

Houdt de pomp op z'n kop boven de emmer en pomp hem leeg.

### Stap 4: Emmer

Giet de emmer voorzichtig leeg in de gootsteen.

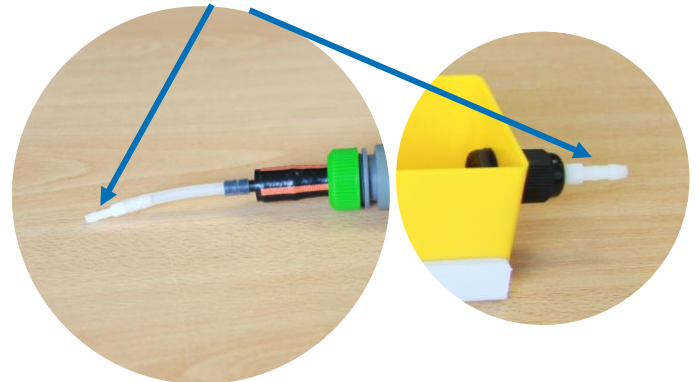
### Stap 5: Kist

Maak alle spullen droog en doe ze in de kist. Check bij deel 1 of je alles hebt.

### Stap 6: Tafel & grond

Maak de tafel en de grond droog.

Deze koppelstukjes mogen wel blijven zitten!



## Het water gaat stroomt niet door de slangen, wat nu?

Je hoeft deze stappen alleen te doen als het niet lukt om water door alle slangen te pompen.

### Stap 1: Zijn alle slangen verbonden?

Check of de slangen allemaal goed aan elkaar zijn verbonden, van de pomp naar de emmer, naar het huisje en dan weer naar het gele bakje.

Zat er iets niet goed vast? Maak de slangen goed vast en probeer het opnieuw.

### Stap 2: Slangetje losmaken

Maak de slang die aan het gele bakje zit even los.

Draai nu tot het water uit het gele bakje spuit.

Doe **snel** het slangetje er weer op en draai tot alle slangen zich vullen.



### Stap 3: Het lukt nog steeds niet

Als het nog steeds niet lukt om het water door de slangen te pompen, kan het zijn dat er iets verstopt zit, of dat een slang geknakt is. Maak dan alle slangen los, loop ze na, en maak ze allemaal weer vast en probeer **stap 2** opnieuw.

→ Als het water door de slangen stroomt, ga dan door naar deel 4 van het experiment!

# Kopieer / Invulblad

## Aardwarmte

### Vragen en opdrachten bij leskist Aardwarmte

Dit invulblad gebruik je bij **Deel 4: Meten** en **Deel 5: Isoleren** van de leskist over Aardwarmte.

#### Deel 4: Meten

##### Stap 1: Starttemperatuur opmeten

Vraag: Hoe warm is het huisje voor jullie beginnen met pompen?

..... °C

##### Stap 3: Hoogste temperatuur

Vraag: Wat is de hoogste temperatuur die jullie hebben gemeten?

..... °C

#### Deel 5: Isoleren

##### Stap 2: Pompen en vergelijken

Vraag:

Wat is de hoogste temperatuur bij de zwarte isolatie?

..... °C

Vraag:

Wat is de hoogste temperatuur bij de zilverkleurige isolatie?

..... °C

##### Stap 3: Kan het nog heter?

Vraag: Wat hebben jullie gebruikt als extra isolatiemateriaal?

.....

Vraag: Hoe warm werd het huisje met jullie eigen isolatie?

..... °C

Wanneer werd het huisje het warmst? Kruis één van de vakjes aan.

Zonder isolatie

Zwarte isolatie

Zilverkleurige isolatie

Eigen isolatie

# Achtergrond informatie

## Achtergrond informatie

### Energietransitie

*Den Haag op groene energie*

De gemeente heeft van het Rijk de regie gekregen in de Energietransitie. Dit betekent dat de gemeente de overgang naar groene energie in goede banen moet leiden. Den Haag streeft naar een klimaatneutrale stad in 2030. Dat betekent dat we straks alleen nog maar schone energie gebruiken uit aarde, water, wind en zon.

### Aardwarmte

#### Voordelen

- Geothermische- energie raakt nooit op.
- Geothermische-energie is schoon.
- Geothermische- energie is heel betrouwbaar.
- Geothermische energie is niet afhankelijk van het weer.

#### Nadelen

- De techniek moet nog verder ontwikkeld worden.
- Het boren in de bodem kan soms moeilijker zijn dan gedacht omdat je niet kan zien wat je doet.
- De techniek van Geothermie is nog vrij duur..

#### Feiten en cijfers

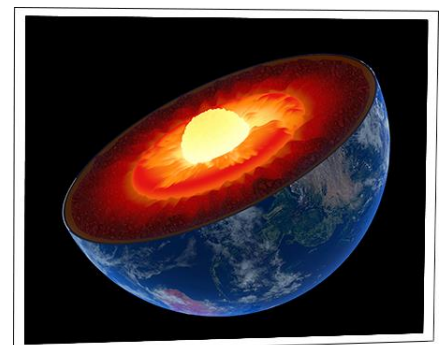
- Aardwarmte kan miljarden jaren oud zijn. De aarde ontstond 4,6 tot 4,7 miljard jaar geleden
- Bijna overal heeft de bodem op één kilometer diepte een temperatuur van 35 °C tot 40 °C
- Een warmtepomp + regeling kost ongeveer 6145 euro
- In 2018 groeide de hoeveelheid gewonnen aardwarmte met 19,5%.
- Er werd afgelopen jaar 3,6 PJ (petajoule) aan aardwarmte geproduceerd, wat een besparing van ongeveer 102 miljoen m3 aardgas oplevert.

### Energie uit de aarde

Uit de aarde komen verschillende soorten energie. Voor kernenergie is uranium nodig, verder wordt er onder andere energie opgewekt uit aardolie, aardgas en kolen. Dit zijn allemaal energievormen waarvoor er grondstoffen uit de aarde gehaald moeten worden en waarvoor deze grondstoffen ook vaak nog bewerkt moeten worden alvorens de energie vrij komt. Een veel directere vorm van energie uit de aarde is aardwarmte.

### Warmte uit de aarde

In IJsland wekken ze er stroom mee op. In Nederland verwarmen ze er kassen en huizen mee. Aardwarmte is hot. En daar zijn goede redenen voor. Aardwarmte is een onuitputtelijke bron van energie, met veel voordelen. De winning is vaak goedkoop. Er is weinig ruimte voor nodig. De aanvoer is heel constant. En er is bijna geen uitstoot van broeikasgassen zoals CO<sub>2</sub>. Probleem is alleen dat aardwarmte niet overal even makkelijk naar boven is te halen.



# Achtergrond informatie

## Waar komt de warmte vandaan?

Hoe dieper je in de aarde komt, hoe warmer het is. In de aardkorst wordt het elke 30 meter één graad warmer. In Nederland is het grondwater op 2 kilometer diepte warmer dan 70 graden. De warmte in de bovenste lagen is opgeslagen zonne-energie. Maar als je dieper komt heb je met echte aardwarmte (ook wel: geothermie) te maken. Een deel van die warmte is zo'n 4,6 miljard jaar geleden opgesloten geraakt bij het ontstaan van de aarde uit een hete massa van gas, stof en puin. In het binnenste van de aarde is het net zo heet als aan de buitenkant van de zon: 5000 graden. De warmte in de aarde wordt verder op peil gehouden door radioactieve elementen als uranium en thorium die van nature in onze planeet voorkomen.

## Hete plekken

In gebieden met vulkanische activiteit zit de aardwarmte veel dicht onder het oppervlak dan op andere plaatsen. Daar kom je bijvoorbeeld ook geisers tegen, waarbij het water zo heet wordt dat het regelmatig omhoog spuit. In landen als Japan, IJsland en de Verenigde Staten is de ondergrond zo warm dat je de aardwarmte kunt gebruiken om elektriciteit te produceren. Daarvoor moet het grondwater minimaal 120 graden zijn en niet afgedekt door ondoordringbaar gesteente. De stoom van het water wordt gebruikt om een turbine aan te drijven die elektriciteit opwekt net als in een gewone centrale.

Het warme water wordt ook direct gebruikt, bijvoorbeeld om huizen en zwembaden te verwarmen en om de stoep sneeuwvrij te houden. Ook hierin is IJsland voorloper, maar andere landen proberen de aardwarmte steeds meer te benutten. Dat kan ook in landen als Nederland en Duitsland, waar de warmte veel dieper zit weggestopt.

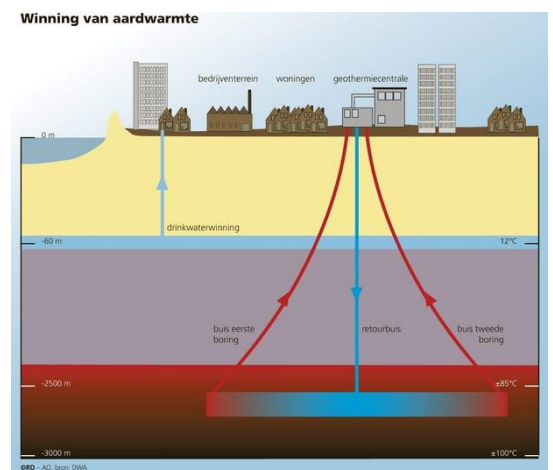
## Aardwarmte in Nederland

In Nederland zijn (nog) geen elektriciteitscentrales die op aardwarmte werken. Maar we gebruiken aardwarmte wel op steeds meer plaatsen voor de verwarming van huizen, bedrijven en kassen. Daarvoor is grondwater met een temperatuur van boven de 45° genoeg. Om de warmte naar boven te halen zijn twee putten nodig van een kilometer of twee diep. De ene put pompt het warme water omhoog. Daar gaat het via allemaal leidingen naar de te verwarmen gebouwen. Als het water is afgekoeld gaat het via de tweede put weer terug de aarde in, waar het weer kan opwarmen.

In Nederland zijn het vooral kwekers die gebruik maken van aardwarmte. Zij kunnen enorm besparen op de stookkosten van aardgas door aardwarmte te gebruiken. Daar komt bij dat om een diepe put winstgevend te maken er genoeg oppervlak te verwarmen moet zijn. Voor een flink kassencomplex is het dus wel de moeite, voor een eenzame kas niet. In een nieuwbouwwijk in Den Haag mislukte een aardwarmteproject doordat er veel minder huizen werden gebouwd dan in eerste instantie de bedoeling was. Als de wijk later wordt volgebouwd, kan de installatie alsnog rendabel worden.

## De toekomst

Je ziet dat de toepassing van aardwarmte in Nederland nog in de kinderschoenen staat. Maar volgens veel mensen heeft het de toekomst. Technisch kan er steeds meer en de voordelen van aardwarmte zijn groot. Denk aan de lage kosten, de lage uitstoot van CO<sub>2</sub> en de betrouwbaarheid van de energievoorziening. Anders dan bij windenergie en zonne-energie ben je met aardwarmte niet van het weer afhankelijk. Geen wonder dat er op steeds meer plaatsen naar warm grondwater wordt geboord.





# Inventarislijst Aardwarmte

Belangrijk: controleer voor en na de les de inventarislijst, zit alles weer in de kist?

Aantal	Omschrijving	Bijzonderheden
1	Huisje met dak	Dak zit niet vast aan het huisje
1	Verwarmingselement	
3	Slangen	
3	Koppelstukjes	In een blikje
1	Aansluiting pomp	
1	Pomp en geel bakje	
1	Thermometer	
1	Maatbeker	
2	Klemmen	
12	Isolatiemateriaal	2 soorten, zwart en zilver, van beide soorten 6 delen van verschillend formaat
1	Emmer	Inklapbaar
1	Deksel voor emmer	
1	Werkblad Aardwarmte	Boekje voor de leerlingen
1	Handleiding leerkracht	

---

## Colofon

Dit is een uitgave van  
Gemeente Den Haag  
[www.denhaag.nl/nme](http://www.denhaag.nl/nme)  
@milieueducatie  
denhaag.nl

Verantwoording  
Oorspronkelijk gemaakt door Belevisonderwijs.  
Dit product draagt bij aan de beleidsdoelen van Den Haag

Oktober 2020