

# Achtergrond informatie

*Deze achtergrondinformatie is bedoeld voor de leerkracht. Het gaat een stuk verder dan de leerstof voor de leerlingen, en dient dan ook om de leerkracht voldoende kennis en inzicht te geven waardoor je de opmerkingen van leerlingen onderkent en kunt inpassen in het conceptuele kader van de leskist.*

## Energietransitie

*Den Haag op schone 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

### 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

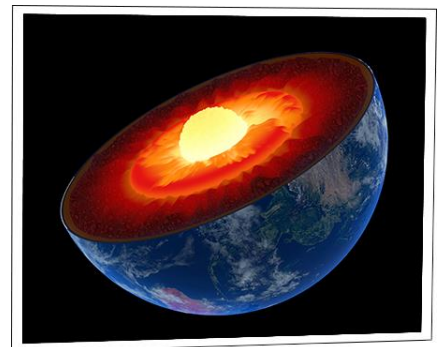
In IJsland wekken ze er stroom mee op. In Nederland verwarmen ze er kassen en huizen mee. Aardwarmte is hot. En daar zijn goede redenen voor. Aardwarmte is een onuitputtelijke bron van energie, met veel voordelen. De winning is vaak goedkoop. Er is weinig ruimte voor nodig. De aanvoer is heel constant. 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.

### 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.



# Achtergrond informatie

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.

## Voordelen

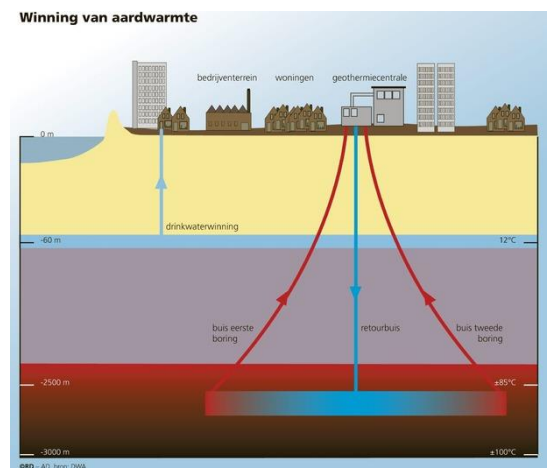
- Geothermische- energie raakt nooit op.
- Geothermische-energie is schoon.
- Geothermische- energie is heel betrouwbaar.
- Geothermische energie is niet afhankelijk van het weer.

## 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 m<sup>3</sup> aardgas oplevert.



# Achtergrond informatie

## Windenergie



**Wind is er genoeg. Dus veel duurzamer tref je het niet. Toch staat Nederland niet vol met windturbines. Want behalve voordelen heeft windenergie ook nadelen.**

### Dit is windenergie

Op de fiets voel je goed dat de wind energie levert. Heb je hem mee, dan hoef je veel minder hard te trappen dan als je hem tegen hebt. Wind is lucht die van de ene plaats naar de andere stroomt. En waarom doet de lucht dat? Omdat er op de ene plek meer luchtdeeltjes zijn dan op de andere. De luchtdruk is er hoger. En waar veel luchtdeeltjes zijn, zoeken ze de ruimte op. Blaas maar eens een ballon op. Dan zit hij veel voller met luchtdeeltjes dan de lucht eromheen. Als je de ballon loslaat stromen al die luchtdeeltjes naar buiten. Dat voel je als wind. Verschillen in luchtdruk ontstaan doordat warme lucht opstijgt. Daardoor wordt de luchtdruk eronder lager: er blijven

minder deeltjes over. En dus stromen er weer andere deeltjes naartoe. Door de temperatuurverschillen blijft de lucht voortdurend in beweging.

### Zo werkt windenergie

Energie van de wind is eenvoudig in beweging om te zetten. Dat wisten de molenaars in de middeleeuwen al. In een molen werd via enkele assen de draaiende beweging van de wieken meteen op een zaag, een maalsteen of een vijzel overgebracht. Tegenwoordig gebruiken we dezelfde techniek voor het opwekken van elektriciteit. Dat doen we in een windturbine.

Luchtdeeltjes willen naar een andere plek toe. Onderweg botsen ze tegen de wieken van een windturbine. De draaiing van de wieken zet een as in beweging. Een kast met tandwielen laat de as sneller draaien, net als de versnelling van jouw fiets. Daarna zet een generator de beweging om in elektriciteit. Dit gaat net als met een ouderwetse fietsdynamo via magneten en spoelen. Dit alles gebeurt nog in de 'kop' van de windturbine. Vanaf daar vervoeren dikke kabels de elektriciteit naar de centrale.

### Voordelen

- Wind zal er altijd zijn en is dus een duurzame energiebron.
- Bij de productie van windenergie komen geen broeikasgassen zoals CO<sub>2</sub> vrij.
- Windenergie maakt ons minder afhankelijk van olieproducerende landen.

### Nadelen

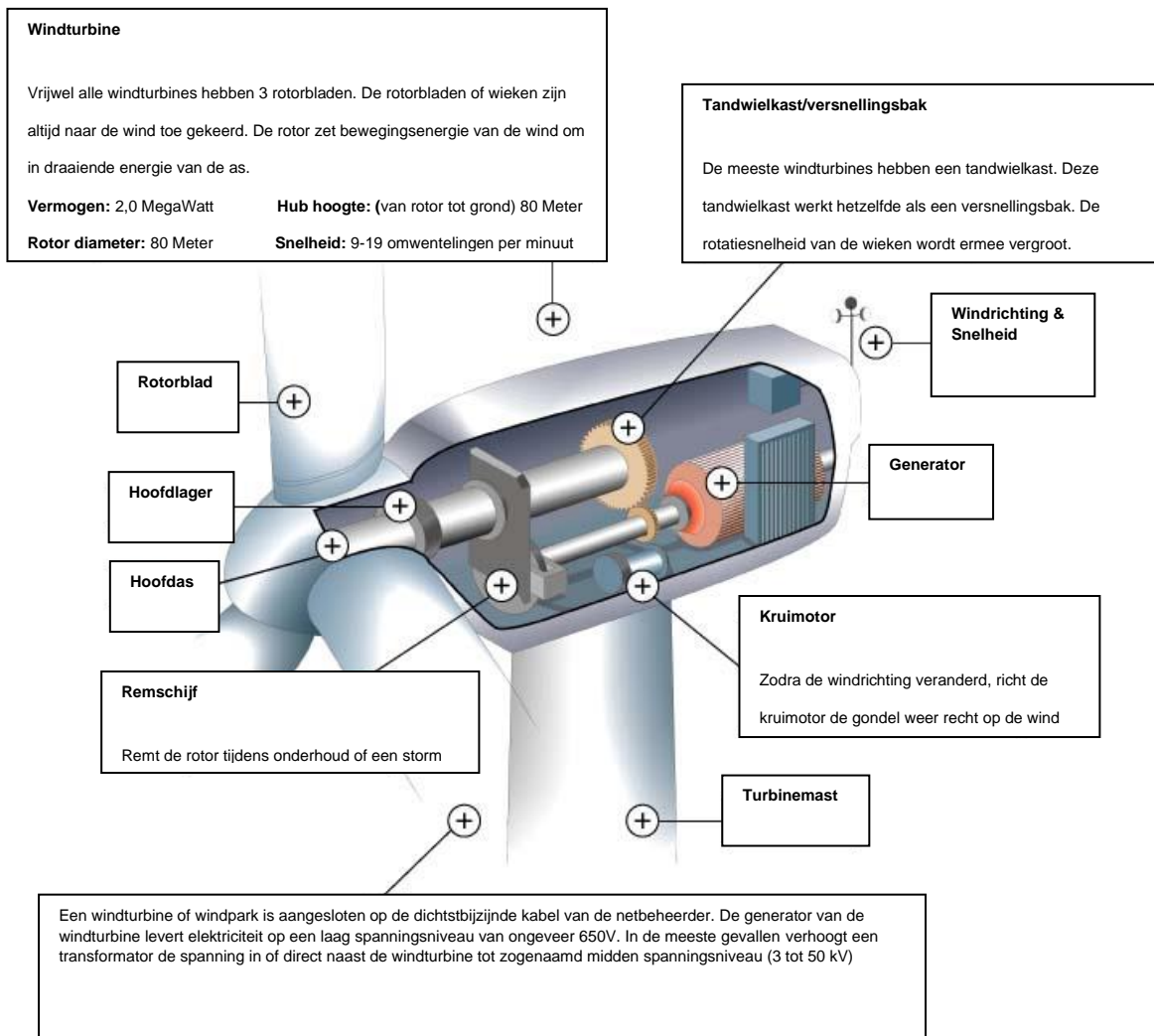
- Windenergie is er niet altijd evenveel: soms waait het hard, soms waait het zacht. Het is dus minder betrouwbaar.
- Het maken van windturbines zelf is duur en veroorzaakt CO<sub>2</sub>-uitstoot.
- Voor vogels en vleermuizen zijn windturbines gevaarlijk. Zeedieren lijken weinig last te hebben van windturbines op zee.
- De windturbines veroorzaken geluidsoverlast en zijn volgens sommige mensen verstorend van het landschap (horizonvervuiling).

### Feiten en cijfers

- Een moderne windturbine kan ongeveer 2.000 huishoudens van elektriciteit voorzien.
- Aan de kust waait het harder dan in het binnenland. Een kleine windturbine in Den Helder produceert net zo veel als een grote windturbine in Enschede.
- Om schade te voorkomen worden windturbines stilgezet bij zware storm (windkracht 10 of meer).
- Windturbines met twee wieken maken meer geluid dan windturbines met drie wieken.

# Achtergrond informatie

- De meeste mensen vinden windturbines met drie wieken prettiger om te zien dan windturbines met twee wieken.
- Een windturbine maken kost ongeveer net zoveel energie als hij in een half jaar opbrengt.
- Nederland heeft drie windparken op zee en nog twee in de planning.
- In veel windturbines zit een lift.
- Je kunt een windturbine op afstand aan- en uitzetten.
- Gemiddeld waait aan de kust op 10 meter hoogte een windkracht 4 en op 40 meter hoogte een windkracht 5.



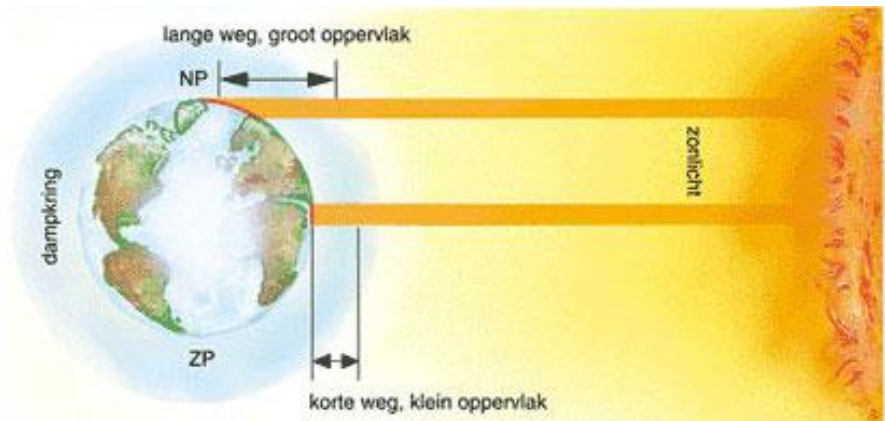
# Achtergrond informatie

## Zonne-energie

De energie van de zon bereikt ons in de vorm van licht en warmte. In een uur stuurt de zon zoveel energie naar de aarde als alle mensen samen in een jaar gebruiken. Maar hoe kunnen we die energie omzetten in elektriciteit?

### Dit is zonne-energie

De energie van de zon kun je zien en voelen. De kracht van de zon is zo groot dat je in de zomer overdag geen verwarming en verlichting nodig hebt. Zelfs als het bewolkt is, is het vaak warm en licht genoeg. Waar komt die energie vandaan? De zon bestaat voor een groot deel uit het gas waterstof. Binnenin de zon is het 15 miljoen graden. In die hitte ontstaat helium als de waterstofdeeltjes met elkaar botsen. Dit proces noem je kernfusie. Daarbij komt energie vrij. Die energie straalt de zon



voortdurend uit in de vorm van licht en warmte. In de zomer staat de zon veel hoger aan de horizon dan in de winter. Dit komt door de stand van de aarde ten opzichte van de zon. Hierdoor verwarmt dezelfde zon in de zomer een veel kleiner oppervlakte van de aarde dan in de winter en wordt dit oppervlak in de zomer dus sterker verwarmt dan in de winter. Ook legt het zonlicht in de zomer een veel kortere weg af door de dampkring dan in de winter. Er gaat in de zomer veel minder energie verloren aan de dampkring dan in de winter en er bereikt dus veel meer energie het aardoppervlak. Bovendien zijn de dagen veel langer in de zomer. Geen wonder dus dat we in de winter veel meer energie nodig hebben.

### Zo werkt zonne-energie

Om elektriciteit van zonlicht op te wekken gebruiken we zonnepanelen. Je ziet ze veel op daken, bij lantaarnpalen en misschien heb je zelf ook wel speelgoed of een oplader met een zonnepaneeltje. Zonnepanelen bestaan uit rijen zonnecellen. Een zonnecel bestaat uit twee laagjes silicium, een stof die in zand zit. Als er licht op de zonnecel schijnt, gaat er tussen de twee laagjes een elektrische stroom lopen. Het is moeilijk om al het zonlicht dat op de zonnecel valt om te zetten in elektriciteit. Dat lukt maar met rond de 20% van het zonlicht. Er zijn wel betere zonnecellen ontwikkeld, maar die zijn nog erg duur. De Nuna zonneauto heeft bijvoorbeeld zonnecellen met een hoger rendement. Samen met andere zonneauto's rijdt de Nuna elke twee jaar een wedstrijd in Australië.

### Zonnecollectoren

Zonnecollectoren zijn wat anders dan zonnepanelen en zonnecellen. Zonnecollectoren leveren geen elektriciteit maar warmte. Meestal verwarmen ze water voor een zwembad, huis of warmtepomp. Dat is heel makkelijk: je laat het water gewoon door een donkere metalen buis of plaat heen stromen. Metaal wordt nu eenmaal erg warm in de zon en hoe donkerder het is, hoe meer warmte het opneemt. Het rendement van zonnecollectoren is een stuk hoger dan dat van zonnepanelen: 40% tot 70% van de zonnewarmte wordt benut.

### Voordelen

- Zonne-energie raakt nooit op.
- Zonne-energie is schoon.
- Zonnepanelen leveren energie op plekken waar geen elektriciteitskabel komt.
- Zonne-energie kun je ook thuis opwekken, met panelen op het dak.



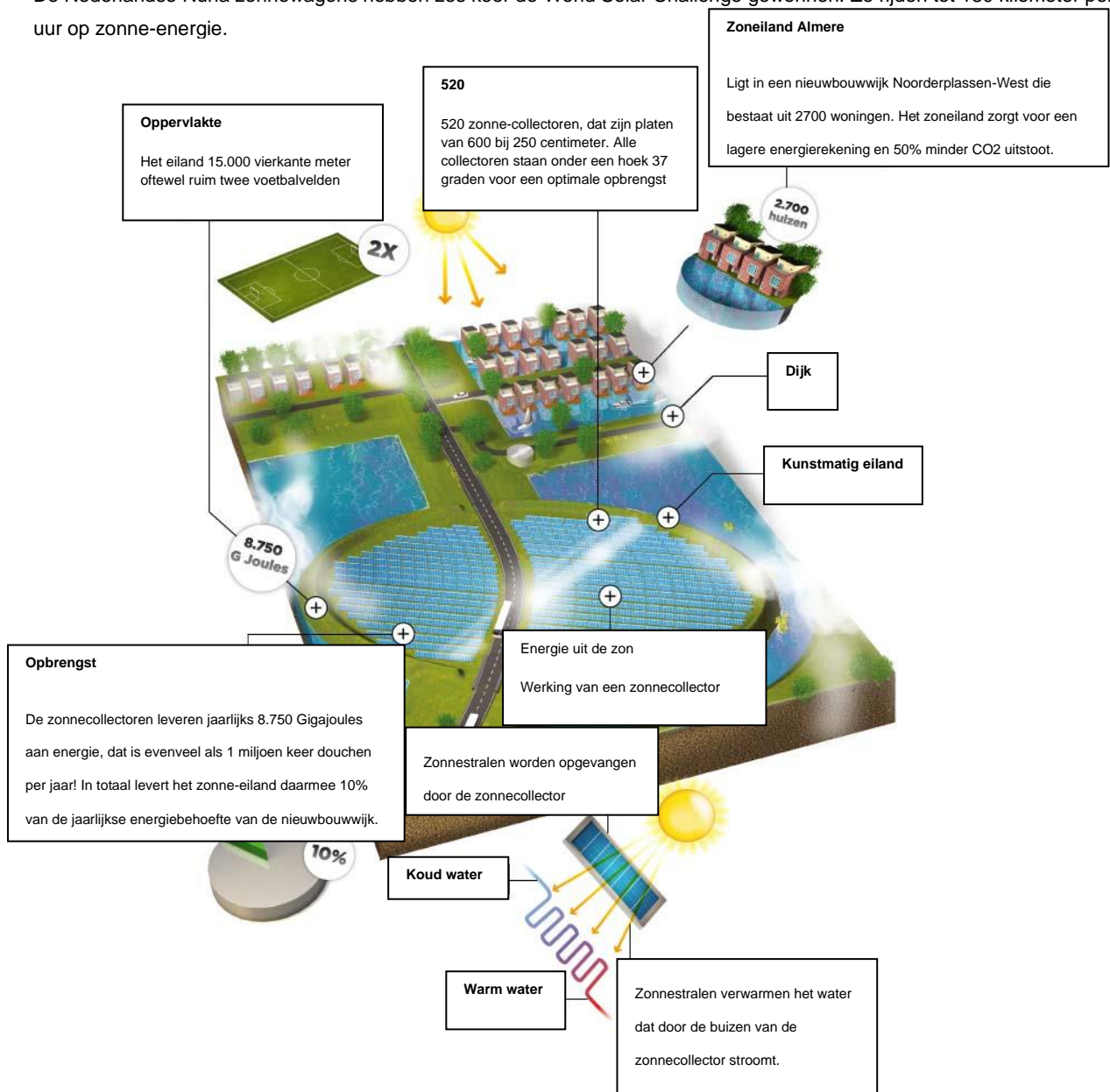
# Achtergrond informatie

## Nadelen

- In landen als Nederland schijnt de zon lang niet altijd genoeg.
- We kunnen nog maar een klein deel van het zonlicht omzetten in energie.
- Zonnepanelen hebben veel ruimte nodig.
- Zonnepanelen zijn erg duur, maar gelukkig worden ze steeds goedkoper.

## Feiten en cijfers

- Als we 1% van de Sahara volzetten met zonnepanelen, hebben we genoeg elektriciteit voor de hele wereld.
- De Nederlandse Nuna zonnewagens hebben zes keer de World Solar Challenge gewonnen. Ze rijden tot 180 kilometer per uur op zonne-energie.



# Achtergrond informatie

## Co2/Broeikaseffect

### Wat is het broeikaseffect?

**Van nature komen er broeikasgassen zoals CO<sub>2</sub> voor in de atmosfeer. Dat is maar goed ook, want anders zou het op aarde veel kouder zijn. Broeikasgassen zorgen er namelijk voor dat de warmte van de zon wordt vastgehouden.**

Zonder broeikasgassen zou het hier gemiddeld -18 graden Celsius zijn. Door de broeikasgassen is het gemiddeld 15 graden Celsius. Daardoor is het leven op aarde zoals we dat nu kennen, mogelijk.

### De aarde warmt op

De laatste 250 jaar zijn er veel meer broeikasgassen in de atmosfeer gekomen. Die houden extra warmte vast, waardoor sinds 140 jaar de temperatuur stijgt. Wetenschappers noemen dit het 'versterkte broeikaseffect'. De meeste mensen hebben het gewoon over 'het broeikaseffect' als ze over de opwarming van de aarde praten. Maar eigenlijk bedoelen ze dan het extra broeikaseffect.

### Opwarming aarde vooral door de mens

De mens is de belangrijkste oorzaak van de opwarming van de aarde. Sinds de industriële revolutie stoten we steeds meer broeikasgassen uit. We gebruiken fossiele brandstoffen (olie, kolen en gas) in fabrieken, energiecentrales, om ons huis te verwarmen en voor vervoer. We kappen op grote schaal bossen waarbij CO<sub>2</sub> vrijkomt. En we houden steeds meer koeien, schapen en geiten voor vlees en zuivel. Door al deze activiteiten zit er nu 40 procent meer CO<sub>2</sub> in de lucht dan 250 jaar geleden.

### Waarom is het een probleem?

Door de opwarming van de aarde verandert ons klimaat. Dat heeft allerlei gevolgen: de zeespiegel stijgt bijvoorbeeld, het weer wordt extremer (hevige regenbuien, meer hittegolven), en sommige delen van de aarde worden droger. Op de pagina Klimaatverandering lees je hier meer over.

### Welke broeikasgassen zijn er?

De belangrijkste broeikasgassen zijn CO<sub>2</sub>, methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas en waterdamp.

**CO<sub>2</sub>** is de afkorting van koolstofdioxide. Het wordt ook wel koolzuurgas genoemd. De twee belangrijkste bronnen van CO<sub>2</sub> zijn fossiele brandstoffen en verandering van landgebruik.

Heel lang geleden - in vroege geologische tijdperken - is koolstofdioxide vastgelegd door bomen en andere organismen. Daaruit zijn uiteindelijk fossiele brandstoffen (aardolie, steenkolen, aardgas) gevormd. Bij het verbranden van deze fossiele brandstoffen komt de CO<sub>2</sub> weer vrij.

Naast de uitstoot door fossiele brandstoffen zorgt verandering van landgebruik ook voor CO<sub>2</sub> emissies. Er vindt ontbossing plaats om bijvoorbeeld ruimte te maken voor landbouwgrond. Hierbij komt de CO<sub>2</sub> die in het hout is vastgelegd in de lucht terecht. Ook veengronden kunnen CO<sub>2</sub> laten ontsnappen wanneer deze droogvallen. Dit komt omdat veengronden grote hoeveelheden plantenresten bevatten, die omgezet kunnen worden in CO<sub>2</sub> als het waterpeil te ver zakt.

**Methaan** (CH<sub>4</sub>) komt vooral vrij bij de veeteelt. Koeien, schapen en geiten produceren methaan bij het verteren van voedsel. Die methaan komt via hun adem, boeren en scheten in de lucht. Verder komt er methaan vrij bij het verbouwen van rijst en uit afvalstortplaatsen. Methaan is een sterk broeikasgas: 1 kilo methaan heeft hetzelfde effect als 28 kilo CO<sub>2</sub>.

**Lachgas** (N<sub>2</sub>O, distikstofoxide) komt vooral vrij uit grond die bemest is met kunstmest of dierlijke mest. Lachgas is een zeer sterk broeikasgas: 1 kilo lachgas heeft hetzelfde effect als 265 kilo CO<sub>2</sub>.

**Waterdamp** is ook een broeikasgas. Door de opwarming van de aarde wordt de lucht warmer, en warme lucht kan meer waterdamp bevatten. Omdat waterdamp een broeikasgas is, zorgt die extra waterdamp in de lucht voor meer opwarming, waardoor de lucht nog meer waterdamp kan bevatten, waardoor de aarde nog verder opwarmt enzovoort. Zo versterkt het broeikaseffect van waterdamp zichzelf. Mensen kunnen niets doen of laten om de hoeveelheid waterdamp in de lucht te sturen.

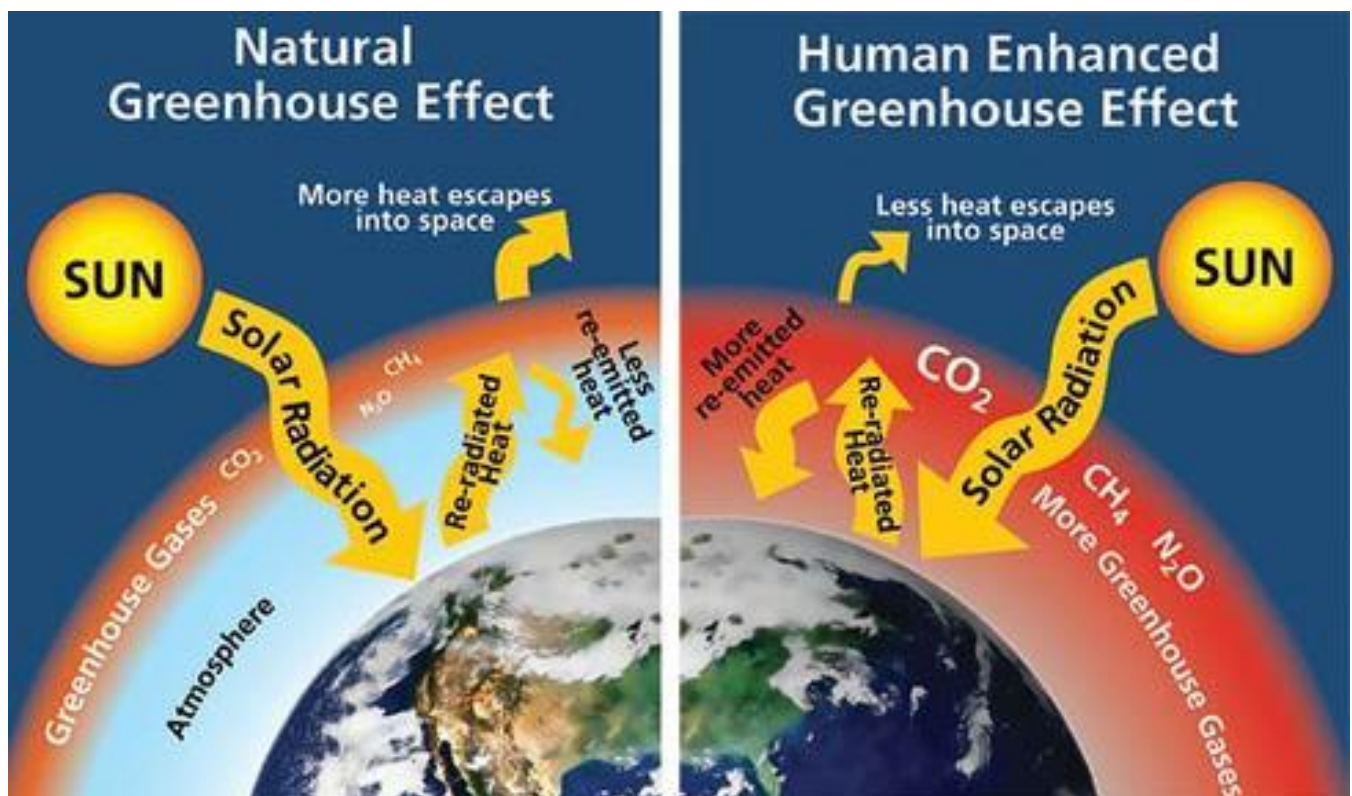
# Achtergrond informatie

**Fuorgassen** zijn de sterkste broeikasgassen op aarde: ze kunnen duizenden keren zoveel opwarming veroorzaken als CO<sub>2</sub>. Bekende fluorgassen zijn HFK's en PFK's die kunnen voorkomen in onder andere spuitbussen, airco's en koelkasten. Het krachtigste fluorgas is SF<sub>6</sub>, dat wordt gebruikt als isolatiegas in het elektriciteitsnet. SF<sub>6</sub> veroorzaakt 22.800 keer zoveel opwarming als CO<sub>2</sub>. Vorige eeuw zijn afspraken gemaakt om te voorkomen dat dit soort sterke broeikasgassen vrijkomen. Toch eindigen fluorgassen nog in de lucht, bijvoorbeeld als koelkasten en airco's niet goed worden afgedankt. Om te voorkomen dat fluorgassen weglekken ontwikkelen overheden steeds strengere regels.

## CO<sub>2</sub> is het belangrijkste broeikasgas

Van alle broeikasgassen die de mens uitstoot, is CO<sub>2</sub> het belangrijkste. Ruim de helft van het versterkte broeikaseffect wordt veroorzaakt door CO<sub>2</sub>. Methaan staat met 16% op de tweede plaats. Waterdamp is ook een belangrijk broeikasgas, maar de mens brengt dit niet zelf in de lucht.

Bron: Milieucentraal



Bron: Global warming PWS