



Den Haag

handleiding voor leerkracht

Webles

Energietransitie



van Milieueducatie

	Blz.
Leerplan in het kort	5
Lesbeschrijving Les 1 Fossiele brandstoffen en groene stroom	7
• Interactieve animatie	7
• Lesactiviteit 1 Kennismaken met Energie	8
• Lesactiviteit 2 Waar gebruiken we energie voor en waar komt het vandaan?	8
• Lesactiviteit 3 Onderzoek naar de voor- en nadelen	11
• Lesactiviteit 4 Allemaal Meninge	13
• Nabespreking en de Uitdaging introduceren	14
Lesbeschrijving Les 2 De Uitdaging	15
• Lesactiviteit 5 De uitdaging kiezen en onderzoeken	15
• Lesactiviteit 6 De uitdaging, presentatie maken	18
• Lesactiviteit 7 De uitdaging, presenteren	18
• Lesactiviteit 8 Nabespreking en hoe nu verder....	19
Werkbladen	
• Werkblad Woordweb energie	21
• Werkblad Schema fossiele brandstoffen en groene stroom	22
• Werkblad Onderzoek naar voor- en nadelen	23
• Werkblad Allerlei Meninge	25
• Werkblad Stappen voor je onderzoek	26
Achtergrondinformatie voor de leerkracht	28

Doel van de webles Energie

Leerlingen leren door kennis over en onderzoek naar fossiele brandstoffen en groene stroom hun eigen mening te formuleren en een keuze te maken hoe zij op een duurzamere manier energie kunnen besparen

Doelgroep

Groep 5-6 | niveau PO

Kernbegrippen

Fossiele brandstoffen: aardolie, aardgas, kolen

Groene stroom: zonne-energie, aardwarmte, waterkracht-energie, windenergie, waterstofenergie, kernenergie

Energietransitie en klimaatneutraal

Thema: energie

Leerdoelen:

Kennis:

- De leerling weet welke 3 fossiele brandstoffen er zijn
- De leerling weet welke vormen van groene stroom er zijn
- De leerling weet hoe fossiele brandstoffen en groene stroom opgewekt worden
- De leerling kent de voor- en nadelen van het gebruik van fossiele brandstoffen en groene stroom
- De leerling weet dat fossiele brandstoffen op kunnen raken
- De leerling heeft kennis genomen van het begrip klimaatneutraal
- De leerling heeft kennisgenomen van het begrip Energietransitie

Vaardigheden:

- De leerling kan het verband tussen het gebruik van fossiele brandstoffen en de gevolgen voor het klimaat uitleggen.
- De leerling kan het verband tussen het gebruik van groene stroom en de gevolgen voor het klimaat uitleggen.

Houding

- De leerling is bereid om een bijdrage te leveren om op een duurzamere manier energie te besparen (minder energie of groene stroom gebruiken)

Studievaardigheden en voorkennis

Leerlingen moeten bij deze opdrachten in staat zijn in een kleine groep te werken. Leerlingen moeten in staat zijn om informatie op te zoeken op de tablet of computer.

Leerlingen moeten in staat zijn om een presentatie te maken en uit te voeren.

Organisatie

De activiteiten zijn opgedeeld in klassikale activiteiten en activiteiten in een kleine groep

De activiteiten zijn verdeeld over 2 lessen:

Les 1 Fossiele brandstoffen en Groene Stroom

Les 2: De Uitdaging onderzoeken en presenteren

Tijdsinvestering

Ongeveer 4 uur in totaal. De les kan opgesplitst worden in 2 lessen van 2 uur verdeeld over meerdere dagen.

Heb je minder tijd

Twee suggesties om de les in te korten;

* Alleen les 1 doen, duur 1 uur en 40 minuten

* lesactiviteit 4a en b Meningsvorming uit de totale les halen, duur 3,5 uur

Vorbereiding leerkracht

Animatie bekijken en weten hoe het werkt

Filmpjes bekijken

Werkbladen kopiëren

Map voor werkbladen (per groepje)

Tablet per groepje

Webles downloaden op de tablet

Handleiding lezen

Leerplan in het kort

Materiaal

Milieueducatie	Zelf verzorgen
Webles Energie werkbladen	Digibord Tablets Kopiëren werkbladen Map voor werkbladen

Uitvoering

Les 1: Fossiele brandstoffen en Groene Stroom

	activiteit	groepsvorm	tijd
Oriëntatie	Activeren van voorkennis door Interactieve animatie	Kleine groepjes	10 min
Herhaling	Activiteit 1: Kennismaken met energie	Klassikaal	5 min
Verwerking	Activiteit 2: Waar gebruiken we energie voor en waar komt het vandaan?	Klassikaal	15 min
Verwerking	Activiteit 3: Onderzoek naar de voor- en nadelen	Klassikaal en kleine groepjes	30 min
Verwerking	Activiteit 4: Allemaal verschillende meningen!	Klassikaal en kleine groep	30 min
Evaluatie	Nabespreken en de Uitdaging introduceren	Klassikaal	10 min

Les 2: De Uitdaging

	activiteit	groepsvorm	tijd
Oriëntatie	Ophalen les 1	Klassikaal	5 min
Verwerking	Activiteit 5: De Uitdaging kiezen en onderzoeken	Klassikaal en kleine groep	30 min
Verwerking	Activiteit 6: De Uitdaging, presentatie maken	Kleine groep	30 min
Verwerking	Activiteit 7: De Uitdaging, presenteren	Klassikaal met kleine groep	50 min
Evaluatie	Activiteit 8: Nabespreking en hoe nu verder	Klassikaal	10 min

Lesbeschrijving

Les 1

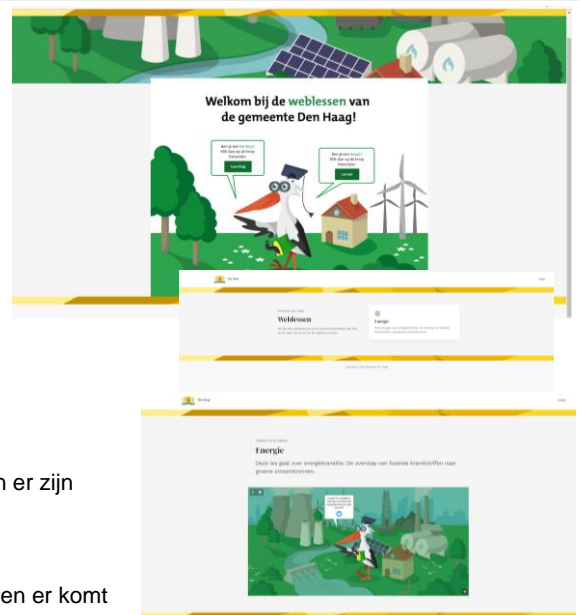
Fossiele brandstoffen en Groene Stroom

Oriëntatie

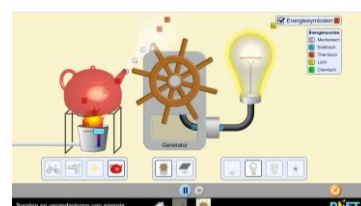
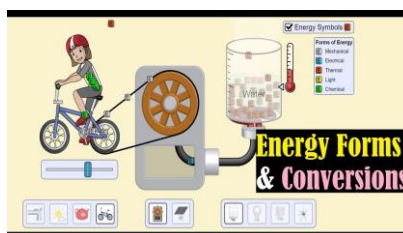
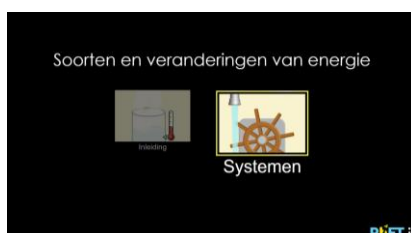
Werkvorm: Interactieve animatie, kleine groepjes
Leerdoel: Activeren van voorkennis over energie
Tijdsduur: 10 minuten
Nodig: interactieve animatie "Omzetten van de ene vorm van energie naar de andere vorm"
Digibord en tablets/chromebooks

Opdracht 1: Laat de leerlingen de interactieve animatie doen.

- Open de website van de webles
- Laat de leerlingen de omgeving van de leerling kiezen en zet zelf de omgeving van leerkracht open op het digibord
- De leerlingen gaan nu ontdekken wat voor verschillende energiebronnen er zijn
- Kies **Animatie**
- Kies dan voor **Systemen**
- Laat de leerlingen overall op drukken er zullen dan dingen gaan draaien en er komt energie vrij, dit kun je laten zien door bovenin energysymbolen aan te vinken



Voorbeeld: Door te eten krijg je energie, als je dan gaat fietsen gaat het wiel draaien. Door de beweging van het wiel maak je energie waarmee je de lamp kan laten branden.



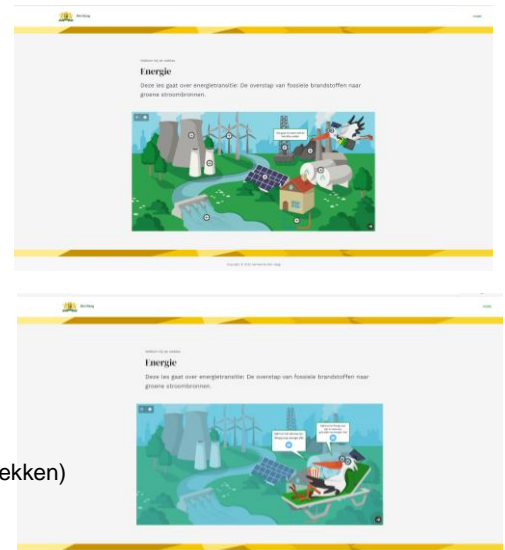
- Mocht je besluiten om deze animatie klassikaal te doen dan kun je dit ook in de omgeving van de leerkracht doen.

Lesbeschrijving

Les 1

Herhalingsfase

Werkvorm: Filmpje, vraaggesprek, klassikaal
Leerdoel: Activeren van voorkennis over energie
Tijdsduur: 5 minuten
Nodig: Digibord met weblesomgeving leerkracht
Filmpje: Intro Energie



Activiteit 1: Kennismaken met Energie

Opdracht 1a:

- Ga naar de sheet met "Wat zien we hier allemaal?"
- Vraag de leerlingen wat ze allemaal zien en wat we ermee kunnen? (windmolen, zonnepanelen, kerncentrale, sluis, we kunnen hier energie mee opwekken)

Opdracht 1b:

- Klik op de pijl rechtsonder en laat de leerlingen het Introductiefilmpje (1b) over energie zien
- Vertel na het kijken van het filmpje dat de leerlingen een aantal lessen over Energie gaan doen en dat de leerlingen tijdens de lessen hierover informatie gaan verzamelen. Hierbij gebruiken ze 4 werkbladen. De leerlingen verzamelen deze informatie om deze in les 2 te gebruiken voor het onderzoek dat ze gaan doen en de uitdaging inhoud te geven.

Verwervingsfase

Activiteit 2: Waar gebruiken we energie voor en waar komt het vandaan?

Werkvorm: Filmpje kijken en woordweb maken, klassikaal
Leerdoel: Leerlingen weten waar we energie voor gebruiken en waar het vandaan komt
Leerlingen kennen de 3 fossiele brandstoffen en 6 groene stroombronnen en hoe ze ontstaan
Leerlingen weten wat energietransitie is
Tijdsduur: 15 minuten, in de sheets zit een timer, die kun je instellen waar nodig
Nodig: Digibord weblesomgeving leerkracht
Werkblad: Woordweb energie
Werkblad: Schema Fossiele brandstoffen en Groene Stroom



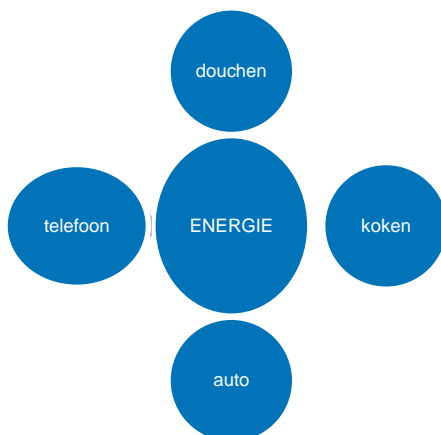
Lesbeschrijving

Les 1

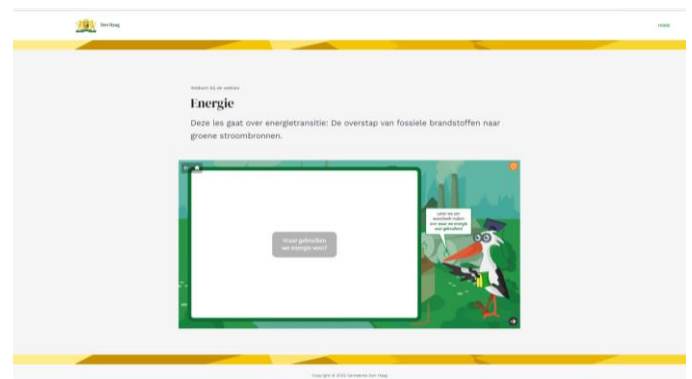
- Filmpjes:
- * Hoe en waarvoor gebruiken we energie?
 - * Waar komt energie dan vandaan?
 - * Fossiele brandstoffen.
 - * Filmpjes over groene stroombronnen
 - * “De schoonste”, filmpje van Jack Powercheck over zonnepanelen en kernenergie

Opdracht 2a:

- Laat het **filmpje** zien over “Hoe en waarvoor gebruiken we energie?”
- Klik door; Maak hier n.a.v. het filmpje een woordweb energie (gebruik hierbij woorden zoals douchen, verwarming, koken, telefoon, auto, televisie, etc) Het kan hier al voorkomen dat sommige leerlingen het over zonnepanelen en , elektrische auto’s gaan hebben. Dat is helemaal goed!
- Let op ! Op sommige digiborden kun je schrijven en andere niet.
- Laat de leerlingen dit op hun **werkblad** de **woordweb energie** invullen



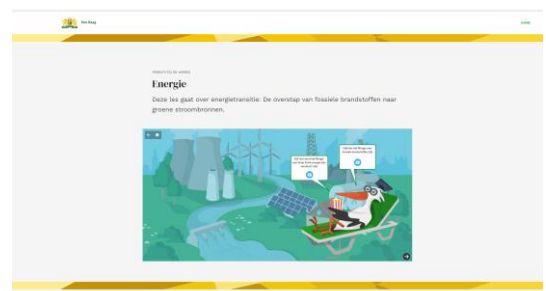
Voorbeeld Woordweb Energie



Opdracht 2b:

- Bespreek kort met de leerlingen waar volgens hen de energie vandaan komt, die je gebruikt bij het douchen, koken, telefoon, de auto, gamen etc. Leg de leerlingen in het kort uit wat energietransitie is: Dit is de overgang van het gebruik van fossiele brandstoffen naar groene stroombronnen
- Laat eerst het filmpje zien over “Waar komt energie dan vandaan ” en daarna het filmpje “Fossiele brandstoffen ”
- Vul na het filmpje het **werkblad fossiele stroombronnen** in

Fossiele brandstof
Aardolie
Aardgas
Kolen



Lesbeschrijving

Les 1



- Klik nu verder naar de sheet met de filmpjes van alle zes de groene stroombronnen
- Wat zien ze allemaal op de sheet?
- Door op de blauwe vakjes te drukken zie je de 6 groene stroombronnen en het filmpje erbij. (zonne-energie, windenergie, aardwarmte, waterstofenergie, waterkrachtenergie, kernenergie). De duur van te filmpjes is in totaal zo'n 5 minuten, hierin wordt kort uitgelegd hoe de groene stroombronnen worden gemaakt

- Laat de leerlingen na het filmpje het **werkblad fossiele brandstoffen en groene stroombronnen aanvullen** .

Fossiele brandstof	Groene stroombronnen
Aardolie	Zonne-energie
Aardgas	Windenergie
Kolen	Aardwarmte
	Waterstofenergie
	Waterkrachtenergie
	Kernenergie

Opdracht 2c: extra

- Mocht je het nog leuk en zinvol vinden, dan kan je er voor kiezen om de leerlingen het filmpje te laten zien van “Jack Powercheck” over “De Schoonste” dit filmpje gaat over kernenergie en zonnepanelen



Lesbeschrijving

Les 1

Activiteit 3: Onderzoek naar de Voor- en Nadelen

Werkvorm:	Filmpje kijken en informatie verzamelen, klassikaal en kleine groepjes
Leerdoel:	Leerlingen kunnen informatie verzamelen over de voor- en nadelen van fossiele brandstoffen en groene stroom
Tijdsduur:	30 minuten
Nodig:	Digibord en tablets met weblesomgeving leerling Werkblad voor- en nadelen Eventueel timer instellen



- Vertel de leerlingen dat ze onderzoek gaan doen naar de voor- en nadelen van fossiele brandstoffen en de groene stroombronnen
- Leg het begrip **voordeel** en het begrip **nadeel** in deze context uit
Bijvoorbeeld: Een voordeel van windenergie kan zijn dat we veel wind hebben in Nederland en daar dus vrij gemakkelijk energie mee kunnen opwekken. Een nadeel kan zijn dat het grote windmolens zijn die veel lawaai maken
- Verdeel de klas in groepjes. Met dit groepje blijven de leerlingen **alle verdere opdrachten maken** en **de presentatie geven**
- Vertel de leerlingen dat er een rolverdeling is binnen de groep: 1 is degene die de opdracht leest, 2 is notulist en schrijft de bevindingen op het werkblad Voordelen en Nadelen, 3 anderen zijn onderzoekers op de tablets en 1 is tijdbewaker
- Vertel de leerlingen dat de informatie die zij zoeken te vinden is in de weblesomgeving leerling, bij de sheet over voor en nadelen. Hieronder staan allerlei filmpjes en er kan ook op wikikids gezocht worden.
- De antwoorden op de vragen vullen ze in op het **werkblad Onderzoek naar Voor en Nadelen**



Den Haag

HOME

Welkom bij de webles

Energie

Deze les gaat over energietransitie: De overstap van fossiele brandstoffen naar groene stroombronnen.

Ga hier op zoek naar de voor- en nadelen van de verschillende energiebronnen en vul dit in op je werkblad.

Copyright © 2022 Gemeente Den Haag

Lesbeschrijving

Les 1

De vragen die de leerlingen gaan beantwoorden zijn:

Fossiele brandstoffen

1. Wat zijn de drie fossiele brandstoffen? **Kolen, Aardolie, Aardgas**
2. Hoe ontstaan de fossiele brandstoffen? Kernwoorden opschrijven **planten, dieren, druk, warmte????**
3. Noem 2 voordelen van het gebruiken van fossiele brandstoffen?
4. Noem 2 nadelen van het gebruiken van fossiele brandstoffen?
5. Welk voordeel is voor jou of jullie groepje het belangrijkste?
6. Welke nadeel is voor jou of jullie groepje het belangrijkste?

Groene stroom

1. Welke 6 groene stroombronnen ken je? (**Zonne-energie, windenergie, waterkrachtenergie, waterstofenergie, Aardwarmte, Kernenergie**)
2. Hoe ontstaat de energie uit deze groene stroombronnen? (zonne-energie, windenergie, aardwarmte, waterstofenergie, waterkrachtenergie of kernenergie)
3. Noem 2 voordelen van het gebruik van groene stroom
4. Noem 2 nadelen van het gebruik van groene stroom
5. Welk voordeel is voor jou of jullie groepje het belangrijkste?
6. Welk nadeel is voor jou of jullie groepje het belangrijkste?

- Bespreek de voor- en nadelen kort na. Als je kunt schrijven op je digibord kun je onderstaan sheet in leerkrachtomgeving gebruiken. Let op ! niet op alle digibords kun je schrijven
- Jullie hebben de voor en nadelen onderzocht. Wist je dat de overheid/regering dezelfde dilemma's heeft en ze moeten overal rekening mee houden met alle voor en nadelen en alle meningen van burgers.



Lesbeschrijving

Les 1

Activiteit 4: Allemaal verschillende meningen!

- Werkvorm:** Filmpjes bekijken en beluisteren en Vragen beantwoorden, klassikaal en in kleine groepjes
- Leerdoel:** Leerlingen ontdekken dat we allemaal een andere mening kunnen hebben over 1 onderwerp
Leerlingen leren hun eigen mening vorm te geven over het gebruik van fossiele brandstoffen en groene stroombronnen
- Tijdsduur:** 30 minuten
- Nodig:** plaat Allemaal verschillende meningen!
Tablets met weblesomgeving leerling
Werkblad Allemaal verschillende meningen!
Timer staat in weblesomgeving leerkracht



Opdracht 4a:

- Verdeel de klas in de samengestelde groepjes
- Vertel de leerlingen dat ze op zoek gaan naar meningen van anderen over het gebruik van fossiele brandstoffen en groene stroom bronnen.
- Vertel de leerlingen dat ze de vragen op het werkblad Allemaal verschillende meningen! gaan onderzoeken
- Vertel de leerlingen over de rolverdeling, nu neemt de andere leerling de rol van notulist, voorlezer, onderzoeker, tijdsbewaker
- Open de sheet Luister hier naar verschillende meningen over energie om op onderzoek uit te gaan

De vragen die de leerlingen gaan beantwoorden zijn:

1. Zoek 3 verschillende meningen over het gebruik van fossiele brandstoffen
2. Zoek 3 verschillende meningen over het gebruik van groene stroombronnen (zonne-energie, windenergie, aardwarmte, waterstofenergie, waterkrachtenergie of kernenergie)
3. Waarom vinden deze mensen dat?
4. Welke meningen vinden jij en je groepje belangrijk en waarom?

Voorbeelden van meningen en het waarom

Mening	Waarom
Ik kies ervoor om zelf minder elektriciteit te gebruiken	Dat doe ik voor de kinderen in de toekomst, omdat zij anders niets meer hebben
Ik kies ervoor om zonnepanelen te gebruiken	Dat is belangrijk voor de aarde en ons allemaal want dan wordt er minder co2 uitgestoten
Ik wil geen kernenergie gebruiken	omdat het afval wat we overhouden gevaarlijk is

Lesbeschrijving

Les 1

Opdracht 4b:

- Laat de leerlingen hun werkblad Voordelen en Nadelen pakken uit lesactiviteit 3.
- Geef hun de opdracht om vraag 5 en 6 door te lezen en eventueel bij te werken.
- Bespreek de opdracht 4a en 4b kort na

Evaluatiefase

Nabespreking en de uitdaging introduceren

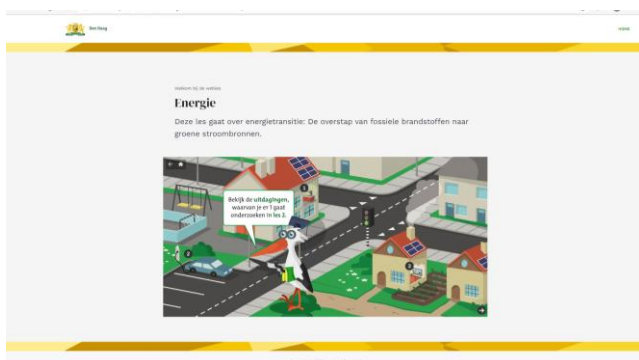
Werkvorm: Klassikaal gesprek, klassikaal

Tijdsduur: 10 minuten

Nodig: Sheet Wat hebben jullie allemaal gedaan en geleerd in les 1?
Sheet Bekijk de Uitdagingen waarvan je er 1 gaat doen in les 2.



- Vertel de leerlingen wat ze hebben gedaan. Gebruik hierbij de sheet Wat hebben jullie allemaal gedaan en geleerd in les 1?
- Verzamel per groepje de werkbladen en doe ze per groep in een map. Deze mappen blijven bij de leerkracht.
- Vertel de leerlingen dat ze in de volgende les een Uitdaging gaan uitkiezen die ze gaan onderzoeken en waarover ze met hun groepje op een super creatieve manier een presentatie gaan geven; filmen, toneelstukje, een uitgevonden apparaat laten zien etc.
- Door de Uitdagingen nu al te benoemen kunnen de leerlingen nadenken over wat ze de volgende keer gaan kiezen.
- Onder Sheet Bekijk de Uitdagingen waarvan ze er 1 gaan doen in les 2, staan de 3 uitdagingen:
 1. Allerlei apparaten op school
 2. School in de buurt
 3. Gamen op een andere manier



Lesbeschrijving

Les 2: De Uitdaging

Ophalen les 1:

Werkvorm: Gesprek, klassikaal
Werkdoel: Ophalen van lesinhoud van Les 1
Tijdsduur: 5 minuten
Nodig: Digibord
Weblesomgeving leerkracht Beginplaat les 2
Sheet van de nabespreking les 1
Sheet met de 3 Uitdagingen
map met werkbladen per groepje

- Vertel de leerlingen wat ze in les 1 hebben gedaan.
Gebruik hierbij de Sheet Wat hebben jullie allemaal gedaan en geleerd in les 1?
- Geef ieder groepje z'n map met werkbladen



Verwerkingsfase

Activiteit 5: De Uitdaging kiezen en onderzoeken

Werkvorm: Informatie verzamelen en onderzoek doen, kleine groepjes
Leerdoel: Leerlingen weten dat er verschillende kanalen zijn om informatie op te zoeken
Leerlingen leren informatie te selecteren en keuzes te maken welke informatie ze kunnen gebruiken
Tijdsduur: 30 minuten
Nodig: Digibord en Tablets
Weblesomgeving leerkracht en leerling
Map met ingevulde werkbladen
Werkblad Stappen voor je onderzoek

Lesbeschrijving

Les 2: De Uitdaging

Sheet met Uitdagingen
Sheet informatie voor je onderzoek
Sheet met meningen van anderen

Opdracht 5a:

- Laat de leerlingen met hun groepjes een keuze maken uit een **Uitdaging**.
- Zorg ervoor dat er verschillende uitdagingen worden gekozen.
- Gebruik de Sheet met de Uitdagingen



Uitdaging 1. Allerlei apparaten op school

Julie hebben vast wel eens gezien dat je meester of juf een **bakje koffie aan het maken** was
of
Toen je op school kwam het lekker warm was in de klas, omdat de **verwarming** aan stond
of
dat je les krijgt via het **Digibord**.
Zo zijn er vast veel meer apparaten op school, die jullie kunnen verzinnen. Deze apparaten gebruiken allemaal energie.
Kunnen jullie uitzoeken op welke manier deze apparaten hun energie krijgen en hoe dit anders zou kunnen.

Maak een superduper creatieve presentatie van jullie nieuwe idee. Succes!!!!!!!

Uitdaging 2: School in de buurt

Julie school staat vast en zeker in een buurt waar mensen wonen, werken, sporten en spelen.
Er staan huizen, winkels en auto's en nog veel meer dingen die gebruik maken van energie.

Misschien zijn er al huizen met **zonnepanelen**
of
elektrische oplaadpunten voor auto's
Zonnepanelen en elektrische oplaadpunten zijn groene stroombronnen.

Zo zijn er vast nog meer dingen in de buurt die energie gebruiken. Denk aan lantaarnpalen, stoplichten, verlichte etalages.
Kunnen jullie uitzoeken op welke manier deze dingen hun energie krijgen en hoe dit anders zou kunnen.

Maak een superduper creatieve presentatie van jullie nieuwe idee. Succes!!!!!!!

Uitdaging 3: Gamen op een andere manier

Bij jou thuis vinden je ouders dat er bespaard moet worden op het gebruik van energie.

Dus ook op het gamen, dat is balen zeg!!!

Om je telefoon of playstation op te laden maak je gebruik van elektriciteit.
Je ouders vinden het wel oke als je hiervoor gebruik gaat maken van een groene stroombron.

Hoe kun je nu nog gamen? Wat hebben jullie bedacht en hoe kwam je erop?

Maak een superduper creatieve presentatie van jullie nieuwe idee. Succes!!!!!!!

Lesbeschrijving

Les 2: De Uitdaging

Opdracht 5b:

- De leerlingen hebben nu een Uitdaging uitgekozen met hun groepje en gaan nu aan het werk met het werkblad “Stappen voor je onderzoek”
- Wij hebben achtergrondinformatie en filmpjes voor de leerlingen verzameld om het onderzoeken wat makkelijker te maken. Dit kunnen ze vinden onder de sheet achtergrondinformatie en sheet meningen van anderen
- Ze mogen ook op het internet zoeken maar dit vergt iets meer begeleiding.



Werkblad Stappen voor je onderzoek:

1. Lees eerst de 'uitdaging' nog eens goed door.
2. Schrijf de vragen die in de uitdaging staan op.
3. Ga op zoek naar de antwoorden.
4. Schrijf je antwoorden en nieuwe ideeën op je werkblad

Tips:

Je kunt de informatie vinden in de filmpjes op de "Achtergrondinformatieplaat", maar denk er ook eens aan om:

- * een deskundige van de Gemeente te bellen over de stadsverlichting of met de makers van de apparaten,
- * studenten van de Universiteit in Delft, waar auto's op zonnepanelen gemaakt worden
- * interview iemand uit de buurt die al groene stroom gebruikt en je kan helpen met nieuwe ideeën

Lesbeschrijving

Les 2: De Uitdaging

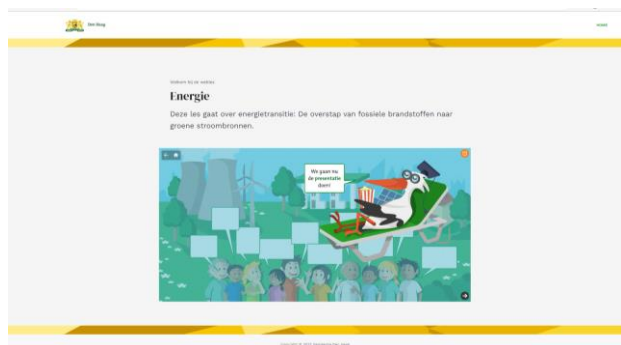
Activiteit 6: De Uitdaging, presentatie maken

Werkvorm:	Presentatie maken / filmpje maken, kleine groep
Leerdoel:	Leerlingen kunnen informatie omzetten naar een presentatie/filmpje waarbij zij hun mening verkondigen
Tijdsduur:	30 minuten
Nodig:	Map met werkbladen, digibord, chromebook/tablet, camera of telefoon, papier etc.

De leerlingen hebben hun uitdaging onderzocht en gaan hun onderzoek en uitkomsten presenteren. Dit mag op allerlei manieren. Denk aan toneelstukje, film, een nieuw apparaat laten zien, lied.....

Dit zijn de voorwaarden voor een presentatie

- de presentatie mag maximaal 5 minuten duren
- ze gebruiken hierbij de werkbladen met hun opdrachten en onderzoek
- de leerlingen vertellen wat ze ervan geleerd hebben



Activiteit 7: De Uitdaging, presenteren

Werkvorm:	Presenteren, kleine groep en klassikaal
Leerdoel:	Leerlingen kunnen presenteren voor een groep Leerlingen kunnen de informatie die ze hebben onderzocht omzetten naar een presentatie Leerlingen staan voor hun eigen keuze en kunnen dit ook uiten
Tijdsduur:	Dit is afhankelijk van de hoeveelheid groepjes die je hebt gemaakt Advies maximaal 5 minuten per presentatie en dan nog aantal minuten voor vragen Voor 6 groepjes van 5 leerlingen 50 minuten
Nodig:	Dit hangt af van wat de leerlingen hebben gemaakt. Op de sheet "we gaan nu een presentatie doen! Zit een timer die kun je instellen"

- De leerlingen gaan hun onderzoek presenteren aan de rest van de groep.
- Laat de klas raden welke Uitdaging het groepje heeft gekozen
- Bespreek samen met de klas of de zoekvragen goed zijn beantwoord.
- Daarna kun je vragen waarom wel of waarom niet?
- Brengt de informatie uit deze presentatie jullie op nieuwe ideeën?

Lesbeschrijving

Les 2: De Uitdaging

Evaluatiefase

Activiteit 8: Nabespreking en hoe nu verder.....

- Werkvorm: Vraaggesprek, Klassikaal
- Leerdoel: Leerlingen kunnen informatie uit deze lessen inzetten bij hun eigen energiegebruik
Leerlingen kunnen aangeven hoe te handelen naar die keuze
- Tijdsduur: 10 minuten
- Nodig: Sheet wat hebben jullie allemaal gedaan en geleerd in les 2



De leerlingen hebben nu alle lesactiviteiten doorlopen. Benoem het verloop van de lessen gebruik hierbij de sheet.

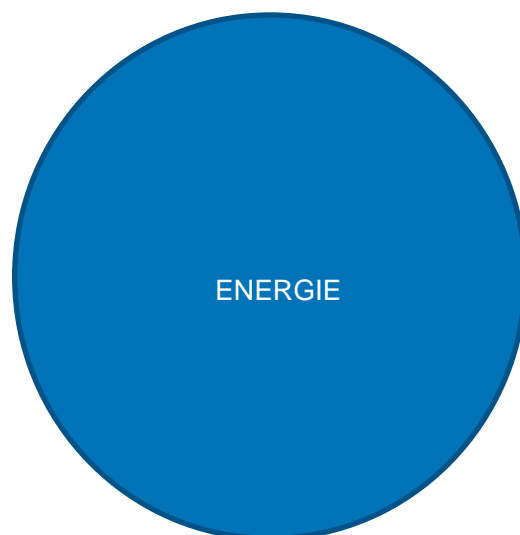
Vraag aan de leerlingen:

Nu jullie alles weten over fossiele brandstoffen en groene stroombronnen en jullie elkaars presentaties hebben gezien. Hoe denken jullie nu over het gebruik van fossiele brandstoffen en groene stroom? Zou jijzelf nu een andere keuze maken als je energie nodig hebt?



Werkblad Woordweb Energie

Dit werkblad is van:



Werkblad Schema fossiele brandstoffen en Groene Stroom

Dit werkblad is van:

Fossiele brandstof	Groene stroombronnen
1.	1.
2.	2.
3.	3.
	4.
	5.
	6.

Werkblad Onderzoek naar Voor- en Nadelen

Dit werkblad is van:

Jullie gaan een onderzoek doen naar voor- en nadelen van fossiele brandstoffen en groene stroombronnen, hiervoor gebruiken jullie de informatiesheet in de webles.

Fossiele brandstoffen

1. Wat zijn de 3 fossiele brandstoffen?
.....
2. Schrijf in paar woorden op hoe de fossiele brandstoffen ontstaan? Denk hierbij aan woorden als planten, dieren, warmte, druk. Woorden die je in de filmpjes hebt gehoord.
.....
.....
.....
3. Noem 2 voordelen om fossiele brandstoffen te gebruiken:
.....
.....
4. Noem 2 nadelen om fossiele brandstoffen te gebruiken:
.....
.....
5. Welk voordeel is voor jou of jullie groepje het belangrijkste en waarom?
.....
.....
.....
6. Welk nadeel is voor jou of jullie groepje het belangrijkste en waarom?
.....
.....
.....

Werkblad Onderzoek naar Voor- en Nadelen

Groene Stroombronnen

1. Welke 6 groene stroombronnen ken je?

.....
.....
.....

2. Schrijf in een paar woorden op hoe de energie ontstaat uit deze groene energiebronnen?

.....
.....
.....

3. Noem 2 voordelen voor het gebruiken van groene stroom?

.....
.....

4. Noem 2 nadelen voor het gebruiken van groene stroom?

.....
.....

5. Welk voordeel is voor jou of jullie groepje het belangrijkste?

.....
.....
.....

6. Welk nadeel is voor jou of jullie groepje het belangrijkste?

.....
.....
.....

Werkblad Allerlei meningen

Dit werkblad is van:

Jullie gaan op zoek naar meningen over wat andere vinden van fossiele brandstoffen en groene stroombronnen.

Luister goed naar de meningen op de informatiesheet in de webles.

Allerlei Meningen

1. Zoek 3 verschillende meningen over het gebruik van **fossiele brandstoffen**, schrijf deze in het kort op;

Wat is zijn/haar mening:

.....

Wat is zijn/haar mening:.....

.....

Wat is zijn/haar mening:

.....

2. Zoek 3 verschillende meningen over het gebruik van **groene stroombronnen** (zonne-energie, windenergie, aardwarmte, waterstofenergie, waterkrachtenergie of kernenergie), schrijf deze in het kort op;

Wat is zijn/haar mening:

.....

Wat is zijn/haar mening:.....

.....

Wat is zijn/haar mening:

.....

3. Welke mening vinden jullie als groepje het belangrijkste en waarom?

.....

.....

.....

.....

Werkblad

Stappen voor je onderzoek

Dit werkblad is van:

Jullie hebben met jullie groepje een uitdaging uitgekozen die je eerst gaat onderzoeken. Gebruik hiervoor je werkbladen en filmpjes, meningen en teksten uit informatiesheets in de webles.

Tip: je kunt ook iemand interviewen uit de buurt die al groene stroombronnen gebruikt en je kan helpen met nieuwe ideeën voor jullie uitdaging. Of vraag een student van de Universiteit in Delft, waar auto's op zonnepanelen worden gemaakt. Je kan ook een deskundige van de Gemeente bevragen. Maar overleg wel even met de juf of meester of dit mag

Wij hebben gekozen voor de Uitdaging:

.....

Stappen voor jullie onderzoek

1. Lees eerst de "Uitdaging" nog eens goed door.

2. Schrijf de vragen op die in de uitdaging staan;

.....

3. Ga op zoek naar de antwoorden

4. Schrijf je antwoorden en nieuwe ideeën op dit werkblad:

.....

Deze achtergrondinformatie is bedoeld voor de leerkracht.

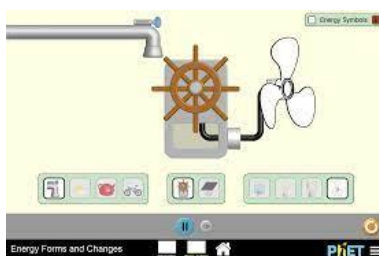
Uitleg interactieve Animatie

- Start de **animatie “Energy Form and changes”**.
- Kies voor het onderdeel **Systems**.

In deze animatie kunnen leerlingen zien hoe je een energiebron met behulp van een apparaat om kunt zetten in elektriciteit. De elektriciteit kan vervolgens weer gebruikt worden om iets te laten opwarmen, branden of ronddraaien.



- **Zet om de verschillende vormen van energie te zien het vinkje energy symbols aan.** Met de e-tjes kun je zien welke vormen van energie er zijn. Grijs = mechanische of bewegingsenergie, Blauw= elektrische energie, Rood= thermische of warmte energie, Geel= lichtenergie en Groen= chemische energie of in dit geval voedsel
- **De energiebronnen** zijn spierkracht/ mechanische energie (fietser gevoed met eten, vergeet niet de fietser eten te geven, feed me vraagt hij), waterkracht/mechanische energie (kraan), zonne-energie/ lichtenergie (de zon) en stoom/ warmte energie en mechanische energie (fluitketel)
- **De manier om de energie om te zetten in elektriciteit** is een zonnepaneel of een rad (dat kan ronddraaien). Er moet een passende energiebron gekozen worden om het zonnepaneel of een het rad te kunnen gebruiken. Met de elektriciteit een apparaat in werking gezet worden; kan iets opgewarmd worden (warmte energie), een gloeilamp kan branden (lichtenergie en warmte energie), een spaarlamp kan branden (lichtenergie) en een ventilator (mechanische energie) kan draaien.
- **Je kunt spelen met de verschillende bronnen, manieren van elektriciteit opwekken en apparaten die je wilt laten werken.** Ook mismatchen tussen een bron en een manier van omzetten van energie kunnen ontdekt worden. Bijvoorbeeld zonne-energie heeft weinig effect op het laten draaien van een rad en met waterkracht kun je geen elektriciteit maken met behulp van een zonnepaneel.



Achtergrond informatie

Verschillende vormen van energie

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

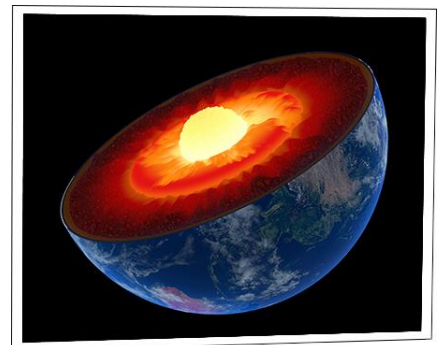
Uit de aarde komen verschillende soorten energie. Voor kernenergie is uranium nodig, verder wordt er onder andere energie opgewekt uit aardolie, aardgas en kolen. Dit zijn allemaal energievormen waarvoor er grondstoffen uit de aarde gehaald moeten worden en waarvoor deze grondstoffen ook vaak nog bewerkt 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 CO₂. 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.

Het warme water wordt ook direct gebruikt, bijvoorbeeld om huizen en zwembaden te verwarmen en om de stoep sneeuwvrij te

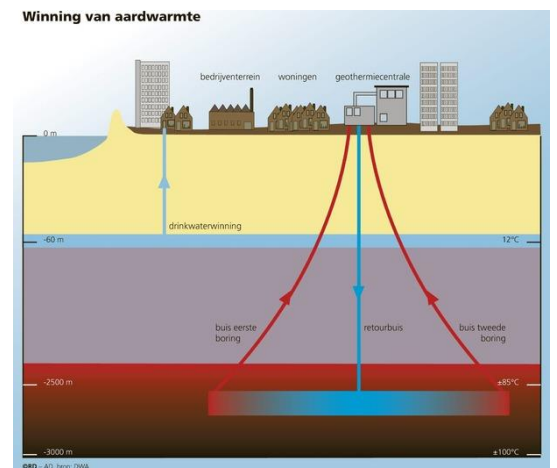
Achtergrond informatie

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 CO₂ 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%.

Achtergrond informatie

- Er werd afgelopen jaar 3,6 PJ (petajoule) aan aardwarmte geproduceerd, wat een besparing van ongeveer 102 miljoen m³ aardgas oplevert.

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 CO₂ vrij.
- Windenergie maakt ons minder afhankelijk van olieproducerende landen.

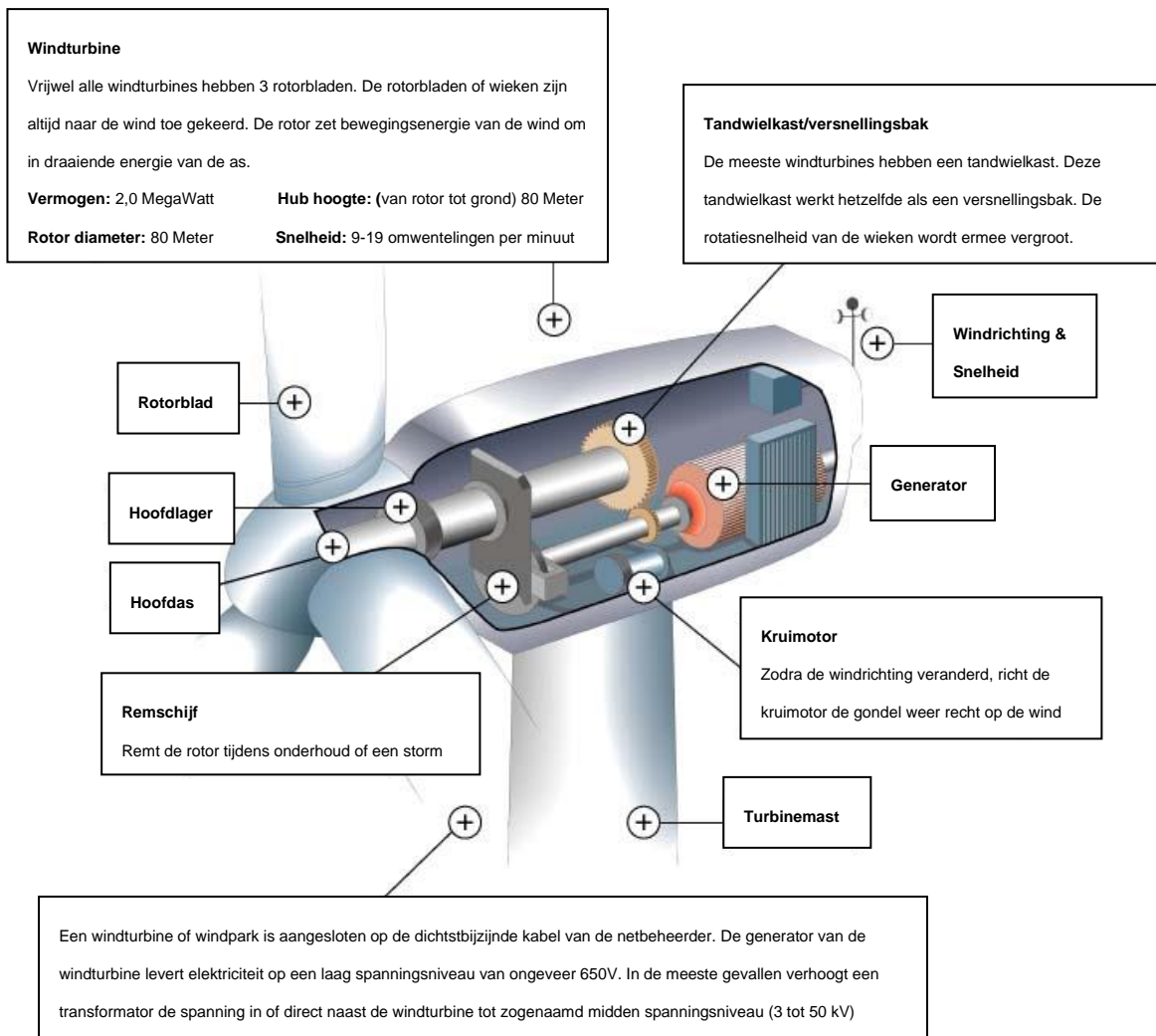
Nadelen

- 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 CO₂-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 verstoring van het landschap (horizonvervuiling).

Achtergrond informatie

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.
- 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.



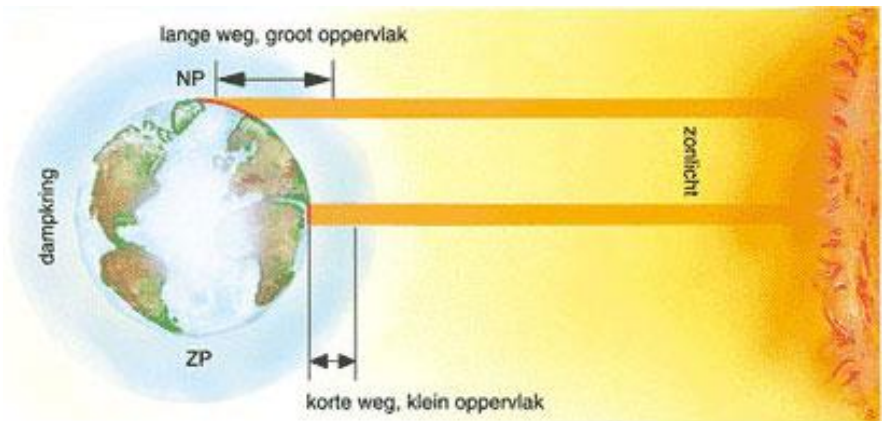
Achtergrond informatie

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.



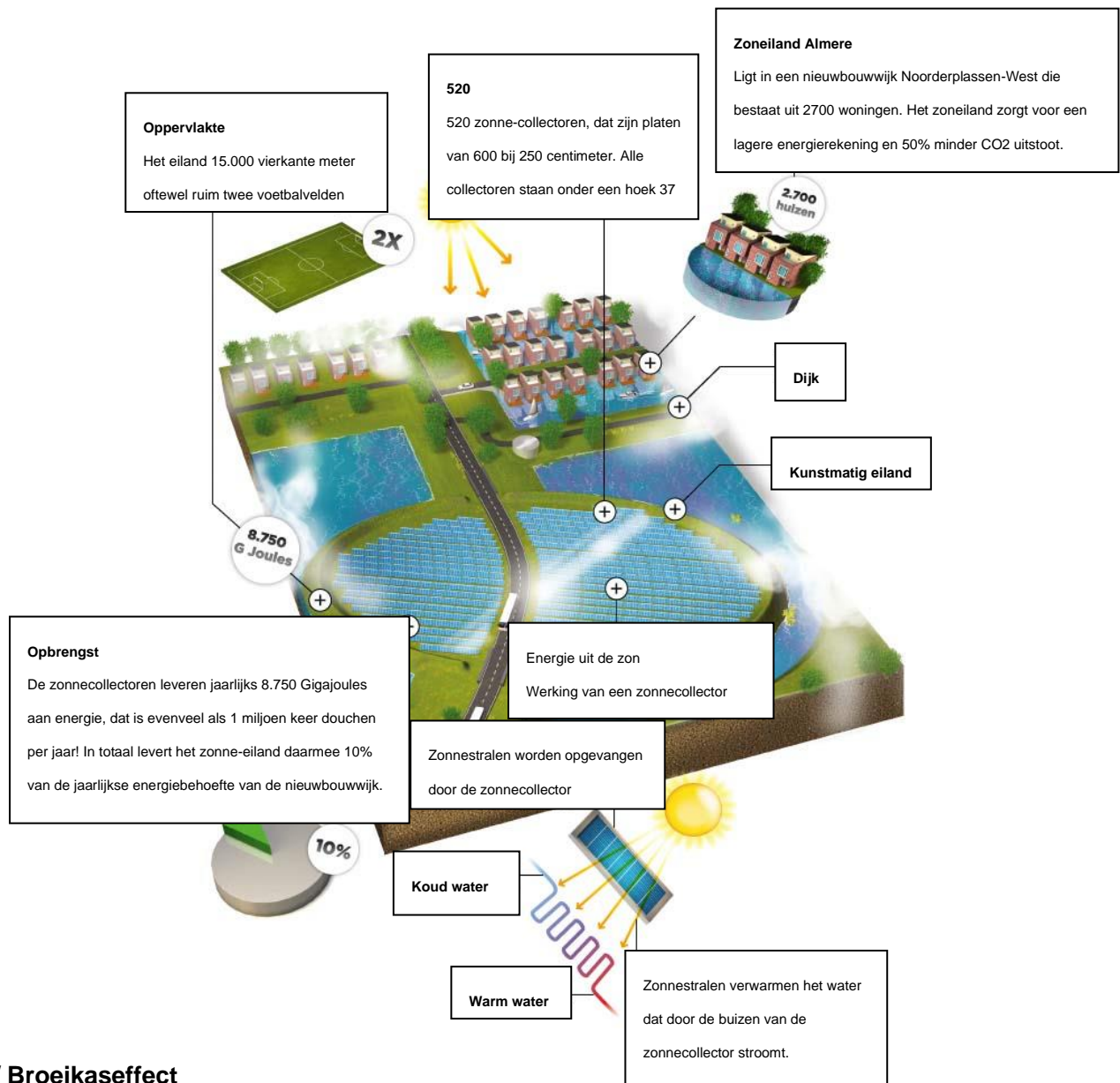
Achtergrond informatie

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 vol zetten 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.



Co₂/ Broeikaseffect

Achtergrond informatie

Wat is het broeikaseffect?

Van nature komen er broeikasgassen zoals CO₂ 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 CO₂ vrijkomt. En we houden steeds meer koeien, schapen en geiten voor vlees en zuivel. Door al deze activiteiten zit er nu 40 procent meer CO₂ 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 CO₂, methaan (CH₄), lachgas en waterdamp.

CO₂ is de afkorting van koolstofdioxide. Het wordt ook wel koolzuurgas genoemd. De twee belangrijkste bronnen van CO₂ 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 CO₂ weer vrij.

Naast de uitstoot door fossiele brandstoffen zorgt verandering van landgebruik ook voor CO₂ emissies. Er vindt ontbossing plaats om bijvoorbeeld ruimte te maken voor landbouwgrond. Hierbij komt de CO₂ die in het hout is vastgelegd in de lucht terecht. Ook veengronden kunnen CO₂ laten ontsnappen wanneer deze droogvallen. Dit komt omdat veengronden grote hoeveelheden plantenresten bevatten, die omgezet kunnen worden in CO₂ als het waterpeil te ver zakt.

Methaan (CH₄) 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 CO₂.

Lachgas (N₂O, 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 CO₂.

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.

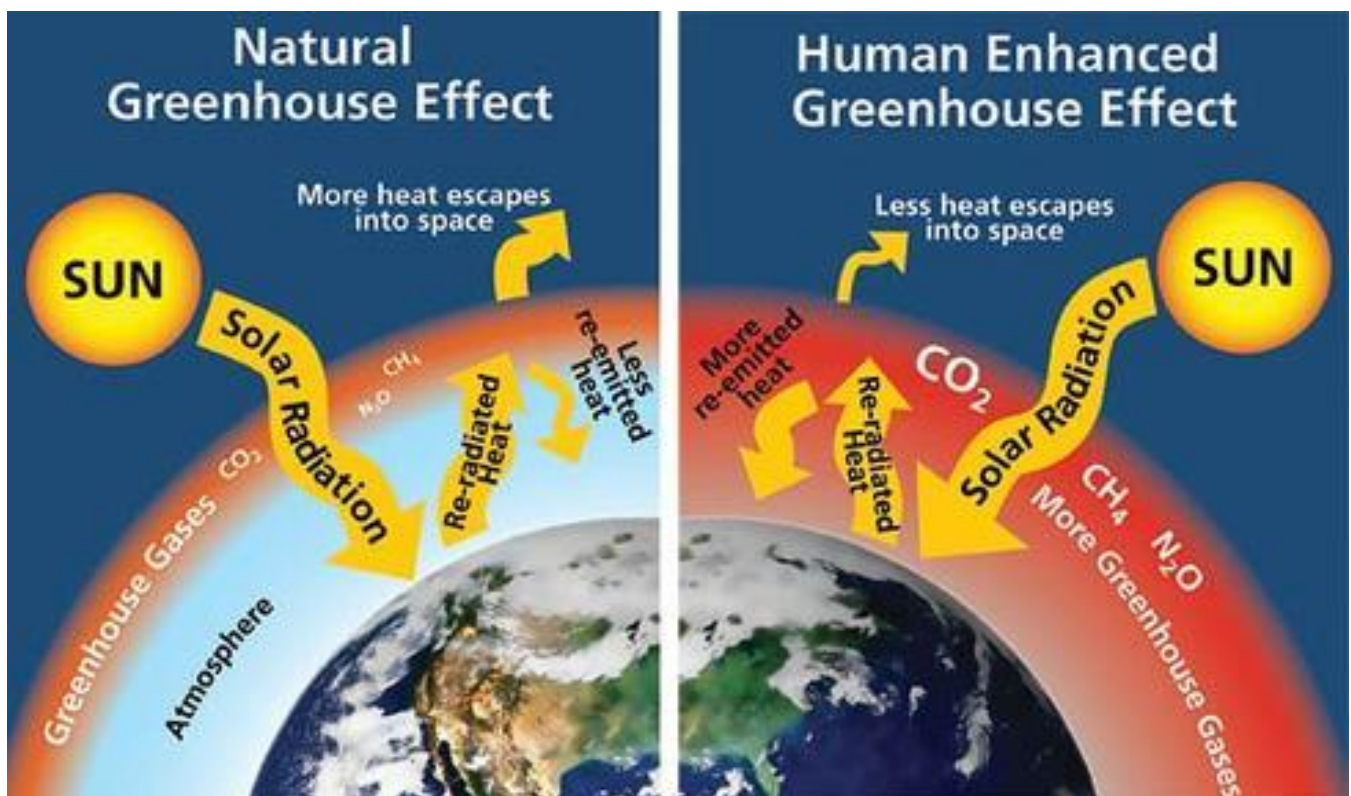
Achtergrond informatie

Fluorgassen zijn de sterkste broeikasgassen op aarde: ze kunnen duizenden keren zoveel opwarming veroorzaken als CO₂. Bekende fluorgassen zijn HFK's en PFK's die kunnen voorkomen in onder andere spuitbussen, airco's en koelkasten. Het krachtigste fluorgas is SF₆, dat wordt gebruikt als isolatiegas in het elektriciteitsnet. SF₆ veroorzaakt 22.800 keer zoveel opwarming als CO₂. 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.

CO₂ is het belangrijkste broeikasgas

Van alle broeikasgassen die de mens uitstoot, is CO₂ het belangrijkste. Ruim de helft van het versterkte broeikaseffect wordt veroorzaakt door CO₂. 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

Achtergrond informatie

Waterstof (Bron: Milieucentraal)

In het verduurzamen van de energievoorziening in Nederland kan waterstof een belangrijke rol gaan spelen. Waterstof is geen energiebron, maar kan een energiedrager zijn: een stof waarin energie is opgeslagen, die bij verbranding weer vrijkomt. Waterstof (met als scheikundige afkorting H₂) is een geurloos en kleurloos gas. Om waterstof te gebruiken, het moet altijd eerst gemaakt worden. Daarbij wordt energie opgenomen in de waterstof. Het is een stof die energie kan opslaan: een energiedrager. Geen enkele stof kan per kilogram meer energie bevatten dan waterstof. Bij verbranding geeft waterstof de energie vrij en kan deze gebruikt worden. Naast energiedrager wordt waterstof gebruikt als bouwsteen in de industrie. Het wordt dan gebruikt om andere stoffen mee te maken. Ammoniak bijvoorbeeld, waarmee vervolgens kunstmest wordt gemaakt. Op dit moment gebruiken we in Nederland waterstof vooral in de industrie en nog weinig als energiedrager.

De productie van waterstof

Waterstof kan niet uit de natuur gewonnen worden, zoals aardgas of – olie. Het moet altijd eerst gemaakt worden. Daar zijn verschillende manieren voor. Om waterstof te maken is een grondstof nodig, bijvoorbeeld aardgas of water. In combinatie met energie (bijvoorbeeld aardgas of elektriciteit) kan waterstof worden gemaakt. Welke manier en welke energie er ook wordt gebruikt om waterstof te maken, het resultaat is altijd hetzelfde: een kleurloos en geurloos gas. Toch wordt er gesproken over groene, grijze en blauwe waterstof. Die kleurbenamingen zeggen niets over de waterstof zelf, maar zeggen iets over het soort energie waarmee de waterstof is gemaakt.

Grijze waterstof

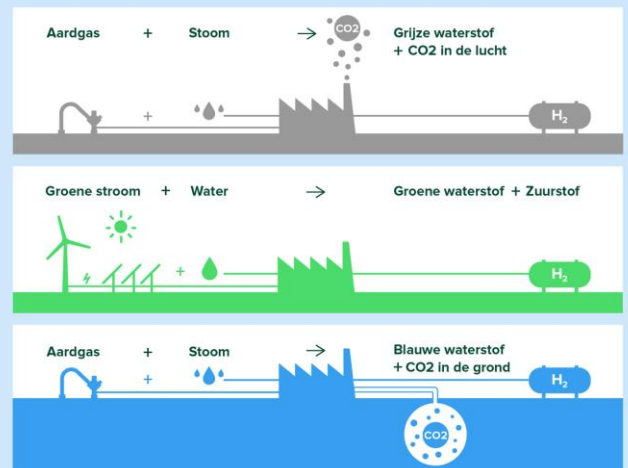
Vrijwel alle waterstof die in Nederland wordt gemaakt is grijs. Dat betekent dat er bij de productie CO₂ vrijkomt, die in de atmosfeer terecht komt. Het wordt gemaakt met fossiele brandstoffen. In Nederland wordt ongeveer 80 procent van de geproduceerde waterstof gemaakt uit aardgas. Het voordeel van deze methode is dat het goedkoop is. Ook kan er in korte tijd relatief veel waterstof worden geproduceerd. De overige 20 procent van de in Nederland geproduceerde waterstof ontstaat als bijproduct in de chemische industrie. Een nadeel is dat met aardgas gemaakte waterstof voor een heel klein deel verontreinigingen bevat. Dat is voor gebruik in de industrie geen probleem, maar voor gebruik in een waterstofauto moet de grijze waterstof extra gezuiverd worden.

Groene waterstof

Om groene waterstof te produceren is een duurzame energiebron nodig, zoals wind- of zonne-energie of waterkracht. Met deze groene elektriciteit kan groene waterstof gemaakt worden. De methode om met behulp van elektriciteit water om te zetten in waterstof, heet elektrolyse. Bij de productie van waterstof via elektrolyse, wordt elektriciteit gebruikt om water te splitsen. Die splitsing vindt plaats in een elektrochemische cel. Daarin wordt water met behulp van elektrische lading omgezet in waterstof en zuurstof. Er komt geen CO₂ vrij bij dit proces. De kosten van het produceren van groene waterstof liggen op dit moment hoger dan waterstof

WAT ZIJN GRIJZE, GROENE EN BLAUWE WATERSTOF

Vrijwel alle in Nederland gemaakt waterstof is grijs. Er wordt nog bijna geen groene waterstof gemaakt en over blauwe waterstof wordt vooralsnog alleen gepraat.



Achtergrond informatie

geproduceerd uit aardgas. In Nederland wordt op dit moment op zeer kleine schaal groene waterstof gemaakt. Dit gebeurt bijvoorbeeld in een installatie in Zuidwending in de provincie Groningen. De elektrische energie voor deze waterstof komt van zonnepanelen. Er zijn meer projecten aangekondigd waarbij groene waterstof gemaakt gaat worden.

Waterstof met het stroomnet: een mengvorm Als je dat doet met stroom uit het huidige energienet, is het resultaat een mengvorm van groen-grijze waterstof. Het elektriciteitsnet in Nederland bevat namelijk stroom uit zowel fossiele bronnen als uit duurzame bronnen. De waterstof die op deze manier ontstaat is dus niet volledig grijs of groen. Er komt bij de productie van deze soort waterstof dus wel CO₂ vrij, namelijk bij het opwekken van grijze stroom. Het is niet verstandig om bijvoorbeeld aardgas eerst in elektriciteit om te zetten en er daarna waterstof mee te produceren. Door de extra tussenstap gaat energie verloren, waardoor de opbrengst aan energie lager is dan wanneer aardgas direct wordt gebruikt om waterstof te maken.

Blauwe waterstof

Als de CO₂ die vrijkomt bij de productie van grijze waterstof niet in de lucht terecht komt, maar wordt opgeslagen of gebruikt, spreken we van blauwe waterstof. Het opslaan van CO₂ kan bijvoorbeeld gebeuren in een leeg gasveld. Lees meer over het opslaan van CO₂. In tuinbouwkassen kan CO₂ worden gebruikt als grondstof. Doordat de CO₂ niet in de atmosfeer terecht komt, draagt het niet bij aan de opwarming van de aarde. Om de CO₂ op te slaan en te transporteren is energie nodig, waardoor de opbrengst van de waterstofproductie als geheel lager wordt. Ook ontsnapt een deel van de CO₂ vaak wel: zo'n 10 procent komt alsnog in de lucht terecht. Het is een dure techniek, die in Nederland nog niet wordt toegepast. Er worden in Nederland wel verschillende mogelijkheden voor opslag en gebruik van de CO₂ onderzocht.

Opslag van waterstof

Waterstof is goed op te slaan over lange tijd. Het verliest weinig energie, minder dan wanneer energie voor lange tijd in een batterij wordt opgeslagen. Dat maakt het opslaan van waterstof interessant voor seizoenopslag: het voor langere periodes opslaan van waterstof die gemaakt is in tijden van een overschot aan energie, voor een periode waarin een gebrek aan energie is. Door waterstof in de toekomst op te slaan in lege zoutkoepels of gasvelden, kan op die manier een energiebuffer worden opgeslagen. Waterstof is een gas met een heel lage dichtheid. Een kilo waterstof neemt daardoor erg veel ruimte in. Door waterstof onder hoge druk (700 bar) te brengen, kan de stof in kleinere ruimtes worden opgeslagen. Het kan ook vloeibaar worden opgeslagen. Waterstof wordt vloeibaar door het af te koelen tot extreem koude temperatuur (-253 °C). Er past bijna twee keer zoveel vloeibare waterstof in een opslagvat dan gasvormige waterstof. Omdat het vloeibaar maken van waterstof erg veel energie kost, wordt dit bijna nooit gedaan. Het maken van vloeibaar waterstof zorgt voor 10% meer CO₂-uitstoot dan het gebruik van waterstof als gas.

De voor- en nadelen van waterstof

Voordelen:

- Waterstof kan erg **veel energie opslaan**, meer dan elke andere stof op aarde.
- Het kan **worden opgeslagen** in bijvoorbeeld lege aardgasvelden of zoutkoepels. Dit is beter dan opslag van energie in batterijen of accu's, omdat de opslag van waterstof voor minder energie verlies zorgt.
- De opslag van waterstof zorgt ervoor dat het een **buffer voor het elektriciteitsnet** kan vormen. Op momenten dat het aanbod groene energie uit zonne- of windenergie laag is, kan opgeslagen waterstof worden ingezet om aan de elektriciteitsvraag te voldoen.

Achtergrond informatie

- Waterstof is **goed te vervoeren**, waardoor het importeren van duurzame elektriciteit in de vorm van groene waterstof mogelijk is. Het kan bovendien gebruikt worden in het bestaande gasnet.
- Het kan vrachtauto's en ander **zwaar vervoer** verduurzamen.
- Waterstof kan worden gebruikt om huizen die niet goed te isoleren zijn **duurzaam te verwarmen**.
- Groene waterstof kan processen in de (chemische) **industrie verduurzamen**.

Nadelen:

- Bij het maken van waterstof gaat **energie verloren**. Bij het omzetten van elektriciteit in waterstof gaat zo'n 25 procent van de energie verloren. Ook bij het omzetten van waterstof naar elektriciteit is er sprake van energieverlies: zo'n 40 procent.
- Groene waterstof is duurzaam, maar de productie is **erg duur, kost veel tijd en is ingewikkeld**. Grijs waterstof is makkelijker te maken, maar niet duurzaam.
- Het **aanleggen van een goede infrastructuur** voor waterstof (bijvoorbeeld het aanpassen van het bestaande gasnet) kost veel geld. Voor andere alternatieven, zoals groen gas, zijn zulke dure aanpassingen niet nodig.
- Er is op dit moment een **zeer klein aanbod van groene waterstof**. Een belangrijk discussiepunt is hoe dat gebruikt gaat worden. Niet voor elke toepassing zal genoeg duurzame waterstof beschikbaar zijn.

Hoe wordt waterstof nu gebruikt?

In Nederland wordt zo'n 10 miljard kubieke meter waterstof per jaar geproduceerd. Hiervan wordt 80% gemaakt van aardgas (grijs waterstof), wat zorgt voor zo'n 13 miljoen ton CO₂ in de atmosfeer. De overige 20 procent van de waterstof ontstaat als bijproduct in de chemische industrie. Waterstof wordt in Nederland vooral als grondstof voor chemische stoffen gebruikt. Het grootste gedeelte voor het maken van ammoniak (37%), waarvan onder andere kunstmest wordt gemaakt. Waterstof wordt ook gebruikt bij de raffinage van aardolie. Waterstof is ook te gebruiken als brandstof in waterstofauto's, maar dat gebeurt nog op kleine schaal.

De toekomst van waterstof

Op dit moment is vrijwel alle waterstof die in Nederland wordt geproduceerd grijs. In de toekomst is de verwachting dat er meer blauwe en groene waterstof bij komt. Groene waterstof is op dit moment nog duur, maar de verwachting is dat de prijs zal dalen zodra er meer gemaakt wordt. Het is de vraag of er op korte termijn genoeg groene stroom is om groene waterstof te kunnen maken. Blauwe waterstof kan een tussenoplossing vormen. Het afvangen en opslaan van CO₂ die vrijkomt bij de productie van grijs waterstof, kan ervoor zorgen dat klimaatdoelen op minder lange termijn



Achtergrond informatie

gehaald worden. Er zijn ook mensen die investeren in blauwe waterstof een slechte stap vinden: het geld kan volgens hen beter geïnvesteerd worden in productie van groene waterstof. Bovendien is voor de productie van blauwe waterstof nog altijd aardgas nodig. Het is belangrijk dat er zuinig omgegaan moet worden met waterstof. Als er geschikte alternatieven bestaan, hebben die de voorkeur boven waterstof. Bij de keuze tussen elektriciteit of waterstof, is elektrisch veelal de beste keuze. Hieronder worden 4 toepassingen beschreven waarin waterstof in de toekomst mogelijk een rol kan gaan spelen.

Waterstof in vervoer

Op dit moment zijn er al auto's die rijden op waterstof te koop. Waterstofauto's stoten net als batterij-elektrische auto's tijdens het rijden geen CO₂ uit. Bij de productie van de benodigde waterstof en elektriciteit kan wel CO₂ worden uitgestoten. Een elektrische auto gaat veel efficiënter om met energie. Om hetzelfde aantal kilometers te rijden als een elektrische auto heeft een waterstofauto drie keer zoveel energie nodig. Op dit moment kunnen waterstofauto's op één tank nog verder rijden dan de meeste elektrische auto's. De ontwikkeling van elektrische auto's met batterij gaat de laatste jaren erg hard. De verwachting is dat het voordeel van een groter bereik voor de waterstofauto in de nabije toekomst wegvalt. Daarnaast ligt de nieuwprijs van waterstofauto's op dit moment een stuk hoger dan die van elektrische auto's. Ook de gebruikskosten van een waterstofauto – voor onderhoud en tanken – liggen hoger dan die bij elektrische auto's. Het opladen van een elektrische auto op batterij is goedkoper dan het tanken van waterstof. Daarnaast kan waterstof op slechts enkele plekken in Nederland getankt worden, terwijl er door het hele land oplaadpalen voor elektrische auto's te vinden zijn. De verwachting is dat waterstof voor personenauto's geen grote rol gaat spelen. Lees meer over waterstofauto's en elektrische auto's. Waterstof kan wel een belangrijke rol gaan spelen in de aandrijving en verduurzaming van vrachtauto's, treinen of bussen. Omdat deze voertuigen groot en erg zwaar zijn, zouden ze een veel grotere batterij nodig hebben dan een personenauto. Zeker in de transportsector, waar de afstanden vaak erg groot zijn. Omdat de afstanden die vrachtauto's rijden te kunnen dekken met een batterij, zou zo'n grote en zware batterij nodig zijn dat het niet rendabel is. Waterstof is dan een geschikt alternatief. Een andere mogelijkheid is dat accu's zo snel verbeteren dat deze alsnog worden ingezet bij dit soort vervoer. In de scheepvaart en het vliegverkeer speelt waterstof op dit moment nog geen rol. In de toekomst kan waterstof daar wel een rol gaan spelen. Zo kan waterstof worden gebruikt om synthetische kerosine te maken, wat voor het vliegverkeer kan worden gebruikt.

Waterstof in woningen en andere gebouwen

In het klimaatakkoord is afgesproken dat woningen in Nederland duurzamer moeten worden. Dat betekent verwarmd met duurzame warmte (zoals met een warmtepomp of een warmtenet). Duurzaam verwarmen gebeurt op lage temperatuur, waarvoor huizen goed geïsoleerd moeten zijn. Waterstof kan een rol spelen bij duurzame verwarming. Gezien de schaarste van waterstof is dat alleen een verstandige keuze, wanneer er geen enkel alternatief is. Door waterstof om te zetten in elektriciteit, kan het een duurzame manier vormen om een warmtepomp te laten werken. Bij het omzetten van waterstof naar elektriciteit ontstaat energieverlies. Omdat een warmtepomp een veel hoger rendement haalt dan een HR-ketel, wordt dat energieverlies gecompenseerd. Niet alle gebouwen kunnen goed genoeg geïsoleerd worden om op lage temperatuur verwarmd te worden. Historische panden in binnensteden bijvoorbeeld. Ook daarvoor kan waterstof uitkomst bieden. In dat geval kan de waterstof worden verbrand in een ketel. Daarbij komt veel warmte vrij, waardoor ook slecht geïsoleerde huizen goed verwarmd kunnen worden. In dat geval bestaat ook de mogelijkheid om het in het aardgasnet wat al aanwezig is bij te mengen. Er zijn verwarmingsketels die dat aankunnen. Eind 2020 zijn er een aantal proefprojecten voor waterstof in woningen en gebouwen in Nederland.

Waterstof voor het elektriciteitsnet

Waterstof is te maken met elektriciteit en met behulp van brandstofcellen weer terug om te zetten in elektriciteit. Dat biedt kansen voor de toekomst. Waterstof kan langdurig opgeslagen worden in bijvoorbeeld lege aardgasvelden en zoutkoepels. Daarom kan waterstof een aanvulling zijn op het gebruik van zonne- en windenergie. Wanneer er tekorten ontstaan, bijvoorbeeld in de winter, kan de

Achtergrond informatie

voorraad waterstof worden gebruikt om het elektriciteitsnet aan te vullen. Wanneer er een overschot aan zonne-energie is, bijvoorbeeld in de zomer, kan die juist worden opgeslagen in waterstof. De vraag is of het financieel interessant is om alleen groene waterstof te produceren op momenten dat er zon- en windoverschotten zijn. De productie van groene waterstof is het goedkoopst als de installatie in een jaar tijd zoveel mogelijk uren kan draaien. Als zo'n installatie alleen draait op het moment dat er een overschot aan zonne- of windenergie is, wordt de waterstof veel duurder. Omdat waterstof goed opgeslagen én vervoerd kan worden, is het een energiedrager die de import van groene energie mogelijk maakt. Omdat Nederland een klein en dichtbevolkt land is, is het lastig om alle energie in ons eigen land duurzaam op te wekken. Het importeren van groene (of blauwe) waterstof kan dan uitkomst bieden.

Waterstof in de industrie

Op dit moment wordt waterstof vooral gebruikt in de industrie, niet als energiedrager maar als grondstof voor chemische producten. De verwachting is dat waterstof ook als energiedrager een grotere rol gaat spelen. Grondstoffen en producten waarbij tijdens de productie waterstof wordt gebruikt kunnen met blauwe of groene waterstof verduurzaamd worden. Zo kunnen sommige stoffen met minder of zelfs zonder CO₂-uitstoot geproduceerd worden. Ook kan waterstof gebruikt worden voor productieprocessen waar hoge temperaturen voor nodig zijn. Daar wordt nu nog steenkool of aardgas voor gebruikt. Met andere duurzame verwarmingsmethodes zijn die hoge temperaturen niet of nauwelijks te bereiken. Waterstof kan een schoon alternatief zijn.

Kernenergie (Bron: Milieucentraal)

Uit uranium kan elektriciteit opgewekt worden: kernenergie. Daarbij komt netto 10 tot 100 keer minder CO₂ vrij, dan bij energieopwekking uit fossiele brandstoffen. Dat is ongeveer evenveel als bij elektriciteitsproductie uit wind, water en zon. Maar de meningen over kernenergie lopen sterk uit een.

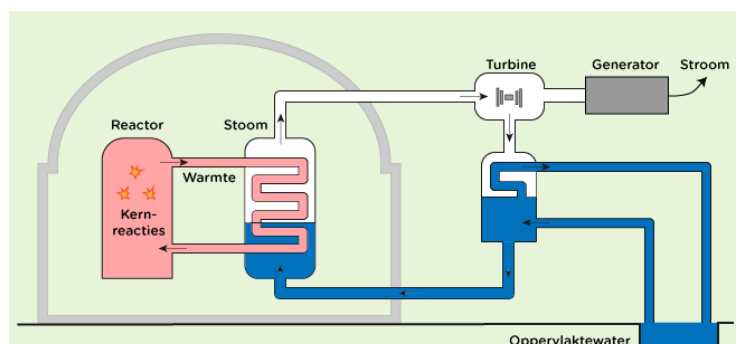
Kernenergie in Nederland

Ongeveer zes procent van de elektriciteit die we in Nederland gebruiken, is opgewekt door een kerncentrale (cijfers 2014). In Borssele (Zeeland) staat de enige werkende kerncentrale van Nederland. Daarnaast importeert Nederland ook elektriciteit (onder meer uit Frankrijk, België en Duitsland) die deels is opgewekt met kernenergie.

In Nederland vindt op zes locaties ook onderzoek plaats met kernenergie (nucleair onderzoek). Het bekendste onderzoekscentrum staat bij ECN in Petten.



Wat is kernenergie? Kernenergie is energie die vrijkomt door atoomkernen van het erts uranium te splitsen. Uranium heeft een zware, onstabiele atoomkern en deelt zich bij kernsplijting in twee of meer lichtere atoomkernen. Tijdens die splitsing komt er een grote hoeveelheid energie vrij, die andere uraniumatomen weer aanzet tot kernsplijting. Dat heet een kettingreactie. In een kernreactor houdt een kerncentrale deze kettingreactie onder controle. In een kerncentrale liggen tienduizenden zogeheten splijfstofstaven van uraniumoxide in een met water gevuld reactorbad. In de staven vinden kernsplijtingen plaats, terwijl er water langs stroomt. De energie



Achtergrond informatie

die vrijkomt bij kernsplijting is warmte. Het water neemt die warmte op, bereikt een temperatuur van honderden graden Celsius en gaat dan over in stoom. Deze stoom drijft turbines aan die elektriciteit opwekken.

Eén kilogram uranium (U235) levert bijna 23 miljoen kWh elektriciteit op: genoeg om bijna zeven duizend huishoudens een jaar van stroom te voorzien. De energie die uranium in zich heeft, wordt voor ongeveer 30 procent omgezet in elektriciteit (rendement).

De voorraad uranium

Uranium is niet hernieuwbaar, dus op = op, maar de voorraad is groot. De voorraad goedkoop te winnen uranium is voldoende om (met de nieuwste generatie kernreactoren) ongeveer 100 jaar lang elk jaar evenveel elektriciteit te maken, als er nu per jaar wereldwijd wordt opgemaakt. Als we ook het lastiger bereikbare uranium meewegen en uitgaan van veel efficiëntere centrales, zou de voorraad uranium volstaan voor 100.000 jaar. Daarnaast kunnen ook andere radioactieve elementen gebruikt worden, zoals Thorium.

Radioactiviteit en gezondheid

Als een levend wezen radioactieve straling opvangt, dan kan dit ernstige gezondheidsproblemen veroorzaken. Radioactiviteit verhoogt de kans op leukemie (bloedkanker), erfelijke aandoeningen, en afwijkingen bij baby's die in de baarmoeder aan straling zijn blootgesteld. Hoogradioactief afval blijft tienduizenden jaren straling afgeven en vormt zo een verantwoordelijkheid en risico voor duizenden generaties na de onze.

Waar laten we radioactief afval?

Hoogactief afval: afschermen en bewaren

Bij de opwekking van elektriciteit in een kerncentrale ontstaat radioactief afval. Hoogactief afval is letterlijk levensgevaarlijk. Het moet wel 100.000 jaar goed afgeschermd bewaard worden om te voorkomen dat straling vrijkomt. Er zijn twee varianten: warmteproducerend en niet-warmte producerend hoogactief afval. Niet-warmte producerend hoogactief afval wordt geperst en in beton gegoten.

Warmteproducerend hoogactief afval is het restproduct van de splijtstof uranium. Zo'n 96 procent hiervan is opnieuw als grondstof herbruikbaar, en wordt (in fabrieken buiten Nederland) 'gerecycled'. Dat heet opwerking. De onbruikbare resten mengt de opwerkingsfabriek met een soort stabiele glasvorm. Daarna wordt het in speciale containers gegoten. Dat heet verglazen. Het verglaasde afval (dat na opwerking terugkomt naar Nederland), wordt tijdelijk opgeslagen in een opslaggebouw in Vlissingen (HABOG). Een veilige definitieve opslag moet nog gevonden worden. Een kerncentrale van een omvang als die in Borssele levert per jaar 1 kubieke meter van dit afval.

Laag- en middelactief afval: bovengronds opslaan

Laag- en middelactief afval uit ziekenhuizen, (nucleaire) laboratoria, van nucleaire energieopwekking en uit de olie- en gasindustrie bevat weinig radioactiviteit. Het is ook schadelijk voor de gezondheid. Het wordt bovengronds opgeslagen en heeft na 100 jaar zijn radioactiviteit verloren.

Veiligheid: lekkage of ontploffing

Om lekkage van radioactief materiaal te voorkomen heeft de kernreactor in de kerncentrale een stalen omhulsel. Dit is bestand tegen de druk die in de kernreactor kan ontstaan in het geval van de meest ernstige ontsporing van de kernreactie. Door een betonnen koepel om het stalen omhulsel wordt de kerncentrale beschermd tegen calamiteiten van buitenaf, zoals een neerstortend vliegtuig. Kernreactoren zijn zo ontworpen dat de kernreactie automatisch stopt bij een ernstige calamiteit, zoals het uitvallen van de koeling. Maar na zo'n calamiteit ontstaat er nog veel extra warmte in de reactor, aangezien de reeds geproduceerde splijtingsproducten warmte blijven produceren.

Achtergrond informatie

Melt-down: Tsjernobyl en Fukushima

Het angstaanjagendste scenario is dat van een zogeheten complete melt-down, oftewel: volledige kernsmelting. Dit risico bestaat als er niet binnen een aantal dagen of weken koelwater wordt gespoten op de gehavende reactor. Zo'n melt-down gebeurde in 1986 bij het ongeluk in Tsjernobyl, en op 11 maart 2011 in Fukushima (Japan) als gevolg van de zeebeving en tsunami. De kerncentrales in Tsjernobyl en Fukushima zijn in dezelfde tijd gebouwd, de zogenaamde tweede generatie kerncentrales. Bij de modernste ontwerpen is koeling van buitenaf niet meer nodig.

Toekomst van kernenergie

Vierde generatie centrales

De hedendaagse kerncentrales horen bij de 'derde generatie' centrales. Naar een 'vierde generatie' wordt wereldwijd onderzoek gedaan. Hierbij zouden wezenlijk nieuwe concepten de reactorveiligheid verhogen en de hoeveelheid en levensduur van radioactief afval verminderen. Zo zou de zogeheten transmutatie van radioactief afval, langlevend radioactief materiaal omzetten in kortlevend materiaal. De ontwikkeling van deze techniek vergt waarschijnlijk nog tientallen jaren.

Kernfusie

Naast kernsplijting is er nog een andere techniek die in de toekomst mogelijk energie kan opwekken door de kern van atomen te veranderen: kernfusie. De chemische reacties in de zon vormen het bekendste voorbeeld van kernfusie. Bij kernfusie smelten de atoomkernen van twee stoffen (deuterium en tritium) samen. Daardoor ontstaat helium (een andere stof), een kerndeeltje (neutron) en heel veel energie. De grondstof deuterium is ruim beschikbaar. Tritium wordt gemaakt in de centrale.

Een bron van energie is pas nuttig, als er meer energie vrijkomt dan je er in moet stoppen om de reactie op gang te helpen. Dat is voor kernfusie nog niet het geval. Een experimentele kernfusiereactor (ITER) wordt in Zuid-Frankrijk gebouwd, het is nog niet bekend wanneer deze klaar zal zijn. Uit onderzoek moet vervolgens blijken of een kernfusiereactor meer vermogen oplevert, dan erin wordt gestopt. Op basis van de ervaringen met ITER kan dan over een jaar of dertig een volgende demonstratiecentrale worden gebouwd.

Voor en nadelen van Kernenergie:

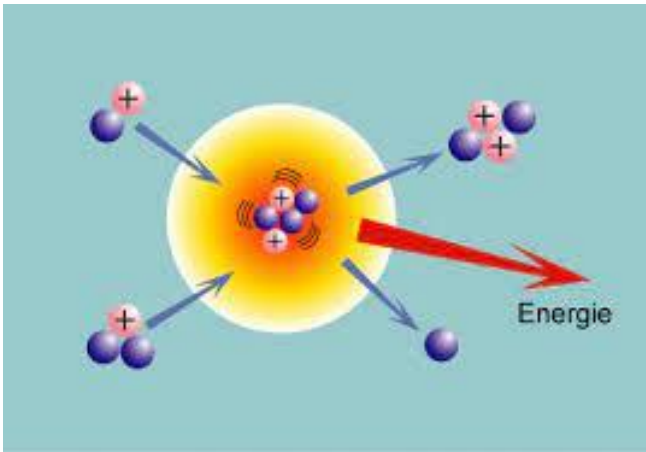
Voordelen

- Bij de opwekking van kernenergie komen nagenoeg geen CO₂ en andere broeikasgassen vrij.
- Als grondstof is uranium relatief goedkoop.
- Voor kernenergie zijn we minder afhankelijk van politiek instabiele regio's, dan voor gebruik van olie en gas. Uranium komt over de hele wereld voor in rotsen, bodem en zeewater.

Nadelen

- Het grootste nadeel van kernenergie is het radioactieve afval uit een centrale, maar ook het afval van uraniumwinning en het sloopafval na sluiting van een kerncentrale zijn radioactief. Radioactieve straling vormt een groot risico voor de gezondheid. Hoogactief radioactief afval blijft tienduizenden jaren straling afgeven en vormt zo een risico voor duizenden generaties na de onze. Daar is op dit moment geen goede definitieve opslag voor.
- De kans op een ernstig ongeval is weliswaar klein, maar de mogelijke gevolgen zijn groot. Het gaat dan vooral om nadelige gevolgen op lange termijn door verhoogde stralingsniveaus.
- De bouw van een kerncentrale is erg duur (miljarden euro's), net als het slopen (ontmantelen).
- Kerncentrales en fabrieken die kernaafval verwerken vormen een risico voor misbruik. Ze kunnen geschikt worden gemaakt voor de productie van kernwapens.

Achtergrond informatie



Waterkracht (bron: Milieucentrale)

Hoewel Nederland een waterland is, speelt energieproductie met waterkracht hier (nog) geen grote rol. Waterkracht is een duurzame vorm van energie.. Waterkracht is energie die is opgewekt uit stromend water. Bij de productie van elektriciteit uit waterkracht ontstaan geen schadelijke stoffen, en de bron is onuitputtelijk. Waterkracht is daarom een duurzame energiebron. Waterkracht kent wel nadelen. Stuwdammen kunnen plaatselijke ecosystemen aantasten; verder zijn uitgebreide voorzieningen nodig om te voorkomen dat veel vissen sterven doordat ze niet langs de centrales kunnen komen.

Waterschommel

Overigens zijn niet alleen rivieren geschikt voor energie-opwekking. Dat kan ook aan de kust, met systemen die golf- en getijdenkrachten omzetten in elektriciteit, zoals de Tapchan, de Wave dragon en de Waterschommel. Aan de Nederland kust staan deze technieken nog niet.

Zo werkt energie opwekking met waterkracht

Een eenvoudige manier om waterkracht te gebruiken, is kracht overbrengen via waterwielen. Dat gebeurt al 2.300 jaar, destijds om bijvoorbeeld molens te laten draaien. Tegenwoordig gebruiken we waterturbines; die drijven geen molens aan, maar wekken elektriciteit op. Dat werkt ongeveer als een fietsdynamo. De as van de turbine zit onder water en ziet eruit als een scheepsschroef. Die as gaat draaien door de stroming van het water; doordat die is gekoppeld aan een generator, wekt de as elektriciteit op als die draait.

In bergachtige gebieden stroomt water relatief snel naar beneden. Waterkrachtcentrales maken gebruik van die grote stroomsnelheid. Om zeker te zijn van voldoende aanvoer van water, ook in periodes met weinig neerslag of smeltwater ligt water opgeslagen in aangelegde stuwmuren. Bij de stuwdam ontstaat dan een groot hoogteverschil, het zogeheten verval. Waterkrachtcentrales met stuwmuren hebben vaak een groot elektrisch vermogen van enkele honderden megawatt.

Waterkracht en het milieu

Invloed op ecosystemen

Zeer grote waterkrachtcentrales zoals in de Alpen en in Scandinavië, kunnen negatieve milieueffecten hebben. Zo kan de aanleg van stuwmuren natuurgebieden en ecosystemen verstoren. De aanleg van stuwmuren kan ook gevolgen hebben voor mensen als bewoonde gebieden onder water komen te staan.

Achtergrond informatie

Vissterfte

Vooraf onder vissen die stroomafwaarts zwemmen kunnen waterkrachtcentrales vissterfte veroorzaken. De vissen komen in aanraking met de turbinebladen en worden vernalen. De kwaliteit van de Nederlandse rivieren is de afgelopen 30 jaar toegenomen, waardoor vele vissoorten terugkeerden. Waterkrachtcentrales kunnen echter een belemmering zijn voor de verbetering van de visstand. Visgeleidingssystemen kunnen deze vissterfte tegengaan. De systemen leiden vissen naar goten, buizen en vistrappen. Deze systemen worden nu nog nergens toegepast en niet alle typen systemen zijn even effectief in het voorkómen van sterfte. Een andere mogelijkheid om de vissterfte te verminderen is door gericht beheer van de turbine, bijvoorbeeld het stop zetten tijdens de palingtrek. Om de vissen stroomopwaarts langs de waterkrachtcentrales te laten zwemmen, zijn vistrappen ontwikkeld. Bij de Nederlandse centrales zijn deze al geplaatst of in aanbouw.

Waterkracht in Nederland

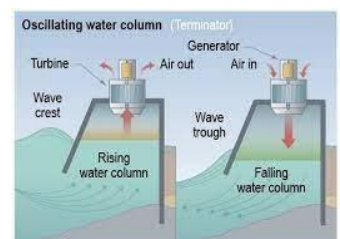
In Nederland speelt waterkracht geen grote rol. Slechts een paar procent van de totale hoeveelheid groene stroom wordt in Nederland opgewekt met waterkracht. Het grootste deel wordt opgewekt in het buitenland. Nederland heeft een aantal middelgrote waterkrachtcentrales bij rivieren. Op kleine schaal wordt in Nederland met waterkracht elektriciteit opgewekt. De energie wordt niet uit een groot hoogteverschil of uit de snelheid van het water gehaald, maar uit de enorme hoeveelheden water die in korte tijd passeren. De turbines maken gebruik van het drukverschil vóór en achter de turbine. Men noemt dit 'reactie'-turbines. De bladen lijken op die van een grote schroef. Om ze te versnellen wordt een tandwielkast voor de generator geplaatst. Doordat de aanvoer van het water benedenstrooms (dicht bij zee) veel regelmatig is dan bovenstrooms (dicht bij de bron), is de aanleg van stuwmuren niet nodig. Wel worden de centrales juist bij stuwen geplaatst, omdat dan ook het hoogteverschil gebruikt kan worden. Het totaal vermogen aan waterkracht bedraagt in Nederland 37 megawatt. Dit is de maximale hoeveelheid energie die geleverd kan worden, onder optimale omstandigheden. De elektriciteitsproductie van een waterkrachtcentrale valt in de praktijk lager uit, omdat die onder invloed staat van de waterstand. In 2015 was de productie 99 gigawattuur.

Golf- en getijden energie

Niet alleen rivierwater kan gebruikt worden voor het opwekken van elektriciteit. Langs de kusten kunnen golven en getijdenstromen van de zee gebruikt worden voor het opwekken van energie. De meeste hieronder genoemde technieken maken gebruik van golfenergie. Er zijn (nog) geen projecten voor de Nederlandse kust.

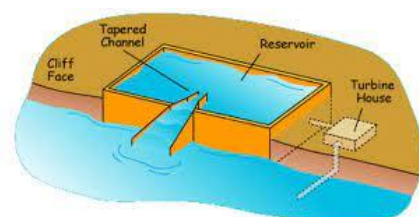
Wells luchturbine

Een caisson met een Wells luchturbine bestaat uit een afgesloten betonnen kolom met een opening onder en boven de waterspiegel. In het caisson bevindt zich een luchtbuffer die op en neer beweegt met de golfbeweging van het water. De luchtbuffer stroomt daardoor gedeeltelijk in en uit door de opening boven de waterspiegel. De turbine zet de bewegingsenergie van de luchtkolom om in elektriciteit.



Tapchan

De zogeheten Tapchan (afkorting voor tapered channel device) bestaat uit een taps toelopen kanaal, een reservoir en een waterturbine. De golven die het kanaal inlopen, stromen gedeeltelijk in een hoger reservoir en kunnen via een waterturbine weer terugstromen.



Achtergrond informatie

Waterschommel

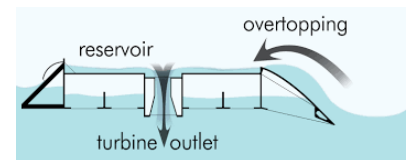
De Waterschommel (ook wel aangeduid als de Archimedes Wave Swing) maakt gebruik van de golfdruk die onder de top hoger is dan onder het dal. Een mechaniek zet de op- en neergaande beweging van de onderdelen van een waterschommel om in een draaiende beweging. Een generator zet de beweging om in elektriciteit. Het vermogen is 2 megawatt.

Getijde-energie met Tocardo-turbine

In het Marsdiep tussen Den Helder en Texel komt getijdenstroming voor die met een Tocardo-turbine geschikt zou zijn voor elektriteitsproductie. De Tocardo bestaat uit een propeller van tien meter die onder water is aangebracht aan een drijvende constructie. Regelgeving ter bescherming van de Waddenzee verhindert vooralsnog toepassing in de praktijk.

Wave Dragon

De Wave Dragon is een drijvende golfcentrale, waarbij twee 260 meter lange tentakels de golfslag concentreren en opstuwen naar een hoger gelegen reservoir. Het water kan weer wegstromen langs propellerturbines, waarmee elektriciteit wordt geproduceerd. Het vermogen is 4 megawatt.



Wave Rotor

Een Wave Rotor zet energie uit getijdenstromingen en golven om in elektriciteit. In tegenstelling tot de meeste getidenturbines is de Wave Rotor Turbine een verticaal georiënteerde turbine. Er zijn kleine Wave Rotors met een vermogen van 30 kWp die in Nederland worden uitgetoet.



Colofon

Dit is een uitgave van
Gemeente Den Haag
www.denhaag.nl/nme
@milieueducatie

Verantwoording
Opmaak en illustraties Peerdrops
Dit product draagt bij aan de beleidsdoelen van Den Haag

Juni 2022

