

## Groep 8 - Les 1 Energiebronnen

Lesduur: 50 minuten (zelfstandig)

<p><b>DOEL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ De leerlingen weten hoe elektriciteit wordt opgewekt in een van de elektriciteitscentrales.</li> <li>□ De leerlingen kunnen de informatie uit de instructiekaart omzetten in een Infokaart voor de klasgenoten.</li> </ul>	<p><b>BENODIGDHEDEN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Werkbladen</li> <li>○ Infokaarten</li> <li>○ Pen/Potlood</li> <li>○ Eventueel: Verdiepingsopdracht en Antwoordkaart Verdiepingsopdracht</li> </ul>
<p>elektriciteitscentrale, kolencentrale, oliecentrale, gascentrale, stoom-en gascentrale, kerncentrale, biomassa-centrale, afvalverbrandingscentrale, windturbine, waterkrachtcentrale, zonne-energie centrale</p>	

### Introductie van de activiteit

1. Licht klassikaal het doel van deze les toe.
2. De leerlingen maken de lessen zelfstandig. Ze voeren vier opdrachten uit:
  - Opdracht 1: Elektriciteitscentrale van mijn keuze
  - Opdracht 2: Voorspellen
  - Opdracht 3: Verdiepen
  - Opdracht 4: Aan de slag met informatie

Ze verdiepen zich in een elektriciteitscentrale op basis van de informatie op de infokaart. Dit kunt u op de volgende manieren organiseren:

- Alle leerlingen in de klas verdiepen zich in één elektriciteitscentrale. U verdeelt indien mogelijk alle centrales over de leerlingen in de klas. Vervolgens organiseert u een uitwisseling van het geleerde tussen de leerlingen.
  - Leerlingen verdiepen zich in een elektriciteitscentrale en vergelijken deze centrale met de centrale waar een klasgenoot zich in heeft verdiept.
  - Leerlingen verdiepen zich in twee elektriciteitscentrales en vergelijken deze twee elektriciteitscentrales.
3. Al naar gelang de keuze voor de soort elektriciteitscentrale is er al dan niet een optie om één of meerdere verdiepingsopdrachten uit te voeren.
  4. Bespreek klassikaal na, om ervoor te zorgen dat de leerlingen de juiste concepten in hun hoofd hebben.

## Suggesties

U kunt ook kiezen voor een echte onderzoeksopdracht, waarbij leerlingen zich ook via andere bronnen kunnen verdiepen in hun elektriciteitscentrale. Als resultaat maken de leerlingen ieder een informatiekaart over de centrale die zij hebben bestudeerd. De startbron die leerlingen hierbij kunnen gebruiken is het Kinderplein over energie.

<http://www.kinderpleinen.nl/showPlein.php?plnId=275>

U kunt als afsluiting van beide varianten ook kiezen voor een lagerhuisbedat. Zie les lagerhuisdebat (les 2.3 Verdieping Lagerhuis). Geef dit alvast aan bij de leerlingen.

Ook kunt u de leerlingen 2 energiebronnen laten uitkiezen om deze te vergelijken.

Een andere optie is de leerlingen een kwartetspel laten ontwerpen over de elektriciteitscentrales. Hierbij bestudeert iedere leerling een elektriciteitscentrale en maakt iedere leerling of ieder tweetal één kwartetset. Op de ene kaart staat hoe de elektriciteitscentrale werkt, op de andere de voordelen, de nadelen en de mening van de leerling over deze manier van elektriciteit opwekken.

## WERKBLAD Groep 8 - Les 1 Energiebronnen

### WAT GA JE LEREN

- Je weet hoe één van de elektriciteitscentrales werkt.

elektriciteitscentrale, kolencentrale, oliecentrale, gascentrale, stoom-en gascentrale, kerncentrale, biomassa-centrale, afvalverbrandingscentrale, windturbine, waterkrachtcentrale, zonne-energie centrale

### WAT HEB JE NODIG

- Infokaart van de centrale van jouw keuze
- Pen/Potlood

### Opdracht 1: Elektriciteitscentrale van mijn keuze

- Je weet dat steenkool, aardgas of aardolie via stoom en warmte omgezet wordt in elektriciteit. Maar er zijn ook andere manieren om manieren om elektriciteit op te wekken? Kun jij het schema invullen voor de andere centrales?

Soort centrale	In (bron van energie)	Wat er gebeurt/ Actie	Uit
Kolencentrale	steenkool	verwarmen	elektriciteit
Oliecentrale			
Gascentrale			
Stoom- en gascentrale			
Kerncentrale			
Biomassa-centrale			
Afvalverbrandingscentrale			
Windturbine			
Waterkrachtcentrale			
Zonne-energiecentrale			

- Om te bedenken wat jij een goede manier vindt om elektriciteit op te wekken, ga je je verdiepen in één van de elektriciteitscentrales. Van deze elektriciteitscentrale leg je jouw kennis vast. Zodat deze uitgewisseld kan worden in de klas. In welke energiecentrale ga jij je verdiepen?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Kolencentrale         | <input type="checkbox"/> Biomassacentrale          |
| <input type="checkbox"/> Oliecentrale          | <input type="checkbox"/> Afvalverbrandingscentrale |
| <input type="checkbox"/> Gascentrale           | <input type="checkbox"/> Windturbine               |
| <input type="checkbox"/> Stoom- en gascentrale | <input type="checkbox"/> Waterkrachtcentrale       |
| <input type="checkbox"/> Kerncentrale          | <input type="checkbox"/> Zonne-energiecentrale     |

### Opdracht 2: Voorspellen

- Je gaat je verdiepen in één van de elektriciteitscentrales. Duidelijk moet worden:
  - hoe de elektriciteit opgewekt wordt in de centrale die jij gekozen hebt
  - wat de voor- en nadelen zijn van deze manier van elektriciteit opwekken.
  - wat jouw mening is over deze manier van elektriciteit opwekken.Voordat je op zoek gaat naar antwoorden, ga je eerst een voorspelling doen.
- Wat denk jij dat de elektriciteit opgewekt wordt in deze centrale?

- Wat denk je dat de voor- en nadelen zijn van deze manier van elektriciteit opwekken?

- Hoe denk jij over deze manier van elektriciteit opwekken?

### Opdracht 3: Verdiepen

- Wat weet je al over deze elektriciteitscentrale? Noteer dit in de mindmap.

Elektriciteitscentrale

- Wat moet je nog meer weten om het te kunnen verklaren?

- Welke vragen heb je nog?

#### Opdracht 4: Aan de slag met informatie

- Je gaat je verdiepen in een van de elektriciteitscentrales. Duidelijk moet worden:
  - hoe de elektriciteit opgewekt wordt in de centrale die jij gekozen hebt
  - wat de voor- en nadelen zijn van.....
  - wat jouw mening is over.....

Als bron heb je de Informatiekaart over de elektriciteitscentrale. Je hebt voor deze opdracht 40 minuten de tijd.

- Je kunt op verschillende manieren aan deze opdracht werken: Alleen of samen.  
Alleen

Als je alleen werkt kun je kiezen voor het maken van een

- Informatieblad: 1 A4 met tekst, afbeeldingen en schema's.
- Kwartet: de uitleg, de voordelen, de nadelen, jouw mening
- Strip
- Folder
- Mindmap
- Schema
- Gedicht
- Power Point

Samen

Werk je samen, kies dan minstens twee centrales die je met elkaar vergelijkt. Maak duidelijk wat de overeenkomsten en verschillen zijn tussen deze manieren van elektriciteit opwekken. Je mag hierbij een vergelijkingsmatrix of Hoepels gebruiken.

Vergelijkingsmatrix

	Hetzelfde	Anders

Hoepels



In de ene cirkel noteer je alles wat hoort bij de ene elektriciteitscentrale. In de andere cirkel alles wat hoort bij de andere elektriciteitscentrale. En daar waar de cirkels elkaar overlappen noteer je wat er hoort bij zowel de ene als de andere elektriciteitscentrale. Wat dus bij beide hetzelfde is.

Ga je alleen of samen werken? Alleen/Samen

- Noteer ook je conclusies en waar je meer over zou willen weten.

## Verdiepingsopdrachten: Oliecentrale

### Verdiepingsopdracht: Keuzes maken

- Aardolie wordt ook gebruikt om andere producten te maken. Van aardolie wordt asfalt, plastic en zelfs geneesmiddelen en schoonmaakmiddelen gemaakt. Je kunt het bijna zo gek niet bedenken of er zit wel aardolie in. Aardolie is hierdoor één van de belangrijkste stoffen op aarde. Dus een belangrijke vraag is of je aardolie wilt verstoken en gebruiken om elektriciteit van te maken. Of dat je het wilt gebruiken om andere dingen van te maken. Je kunt iedere liter aardolie immers maar één keer gebruiken. Wat denk jij?

### Verdiepingsopdracht: Er kan ook iets misgaan

- In 1943 werd in de aardlagen van Schoonebeek (een dorp in de gemeente Emmen in de Nederlandse provincie Drenthe) een aardolieveld ontdekt. In Schoonebeek bevindt zich het grootste olieveld van het vasteland van West-Europa. Tot 1996 haalde men daar aardolie boven met behulp van jaknikkers. Een jaknikker (uitspraak: ja-knikker) is de populaire benaming voor het bovengrondse deel van een pomp die aardolie uit de grond oppompt. Om aardolie uit de bodem te halen, maakt hij een op en neer gaande beweging (ja knikken). In 1996 werd de winning van de dik vloeibare aardolie gestaakt omdat ze te onrendabel was geworden. Dat wil zeggen dat de kosten om de aardolie uit de grond te halen, hoger waren dan het geld dat de aardolie opleverde. De opgepompte olie bestond namelijk voor 95% uit zout water en maar voor 5% uit olie. In 2011 werd de winning in Schoonebeek hervat, nu zonder jaknikkers. In 2011 is het veld weer officieel in gebruik genomen. De jaknikkers zijn echter niet meer teruggekeerd. Het is namelijk steeds lastiger geworden om de taai, stroperige olie uit de grond te halen. Vandaar dat dit nu met en andere techniek gebeurt.

In november 1976 ging er iets mis bij een boorput in Schoonebeek. De olie spoot hierdoor met veel kracht uit de put. Een groot gedeelte van het dorpje Schoonebeek werd hierdoor bedekt onder een dun laagje olie. De NAM (de Nederlandse Aardolie Maatschappij) liet alles reinigen door schoonmaakploegen en keerde schadevergoedingen uit aan de mensen in het dorp.

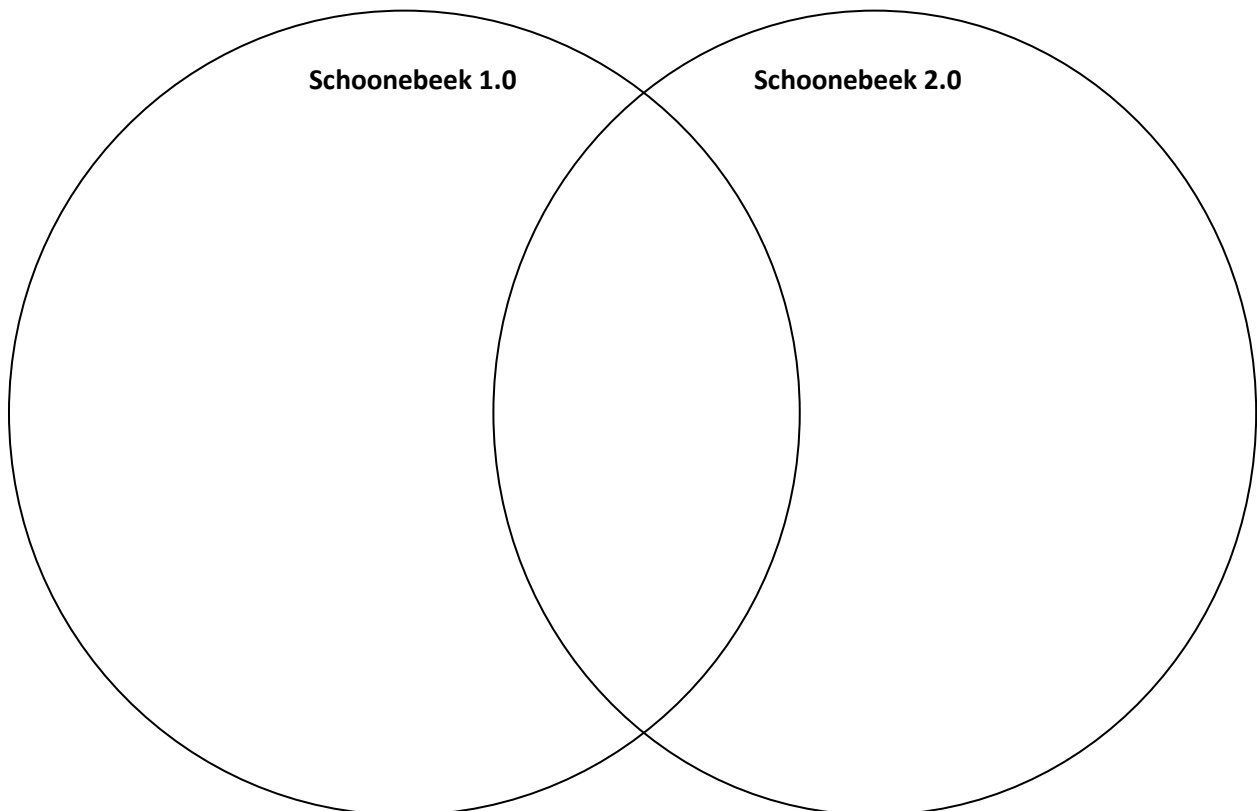
Wat zouden de mensen die in Schoonebeek woonden hier van gevonden hebben? Dat er in hun dorp aardolie gewonnen werd? Schrijf een krantenartikel waarin je mensen uit het dorp aan het woord laat, maar ook mensen van de NAM. Bedenk ook een goede kop voor het krantenartikel.



**Verdiepingsopdracht Schoonebeek 1.0 versus Schoonebeek 2.0**

- In 2005 werd bekeken of er weer gestart kon worden met de oliewinning in Schoonebeek. Hiervoor is eerst een seismologisch onderzoek gedaan. Dit is een onderzoek waarbij bewegingen in de grond worden bestudeerd, beschreven en gemeten. De ondergrondse aardlagen worden hierdoor in kaart gebracht. Bedoeling is om olie en aardgas op te sporen. Een verplaatsbare boortoren maakt gaten in de grond. Hierin worden kleine ladingen springstof geplaatst die tot ontploffing gebracht worden. In een meetwagen worden de ondergrondse echo's geregistreerd en door geologen bekeken en onderzocht. Op basis van dit onderzoek is in 2011 weer gestart met het winnen van aardolie in Schoonebeek. Lees het krantenartikel op de volgende pagina.

Beschrijf in een Venndiagram de overeenkomsten en de verschillen tussen het winnen van olie zoals dat vroeger in Schoonebeek gebeurde en zoals dat nu gebeurt. In de ene cirkel noteer je alles wat hoort bij vroeger. In de andere cirkel alles wat hoort bij nu. En daar waar de cirkels elkaar overlappen noteer je wat er hoort bij vroeger en nu. Wat dus hetzelfde is gebleven.



**'Schoonebeek modernste olieveld van Europa'**

Laatste update: 24 januari 2011 18:12

bron: <http://www.nu.nl/economie/2430318/schoonebeek-modernste-olieveld-van-europa.html>

**SCHOONEBEEK - Minister Maxime Verhagen van Economische Zaken heeft maandag het startschot gegeven voor de hernieuwde oliewinning in het Drentse Schoonebeek.**

**Olieveld Schoonebeek Fotoserie**

Het veld dat vroeger vooral bekend was om zijn honderden jaknikkers, werd 15 jaar geleden ontmanteld omdat de productie toen niet meer rendabel was. Nieuwe technieken zoals stoominjectie maken de winning weer mogelijk.

In 2009 werd begonnen met de aanleg en de bouw van de omvangrijke installaties, waaronder een warmtekrachtcentrale, een oliebehandelingsinstallatie, ruim zeventig boorputten en een onder- en bovengronds netwerk van pijpleidingen met een lengte van in totaal 54 kilometer.

De Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) spreekt van "het modernste olieveld van Europa."

**Honderden miljoenen**

De NAM wil niet zeggen hoeveel er is geïnvesteerd, maar het gaat om "honderden miljoenen euro's", aldus directeur Bart van de Leemput maandag. Schoonebeek valt daarmee onder de mondiale top-70 van de Shell, een van de aandeelhouders van de NAM.

De bouw en aanleg van het hernieuwde olieveld zijn overigens nog niet helemaal klaar. Zo zijn tien van de beoogde achttien oliewinlocaties nu operationeel. De werkzaamheden duren nog tot begin 2012.

**Grootste veld**

Het veld Schoonebeek is het grootste olieveld op het vasteland van Noordwest-Europa. De NAM verwacht de komende 25 jaar 100 tot 120 miljoen vaten te produceren.

In de periode 1947-1996 haalde de maatschappij 250 miljoen vaten uit het Schonebeker veld, dat een totale capaciteit had van zo'n 1 miljard vaten.

Er wordt vanuit gegaan dat zo'n 600 miljoen vaten ook met de huidige stand van de techniek niet op een rendabele manier winbaar zullen zijn.

**Elektriciteit**

De gewonnen olie gaat door een ondergrondse pijpleiding naar een raffinaderij van BP in het Duitse Lingen. Het vrijkomende water wordt geïnjecteerd in lege aardgasvelden in Twente.

Om de benodigde stoom te krijgen, wordt in de warmtekrachtcentrale water verhit terwijl gelijktijdig ook elektriciteit wordt opgewekt. Negentig procent van de opgewekte elektriciteit wordt aan het openbare net geleverd.

Volgens de NAM wijzen prognoses uit dat de bodem in en rond het dorp de komende 25 jaar zo'n 5 centimeter zal dalen.

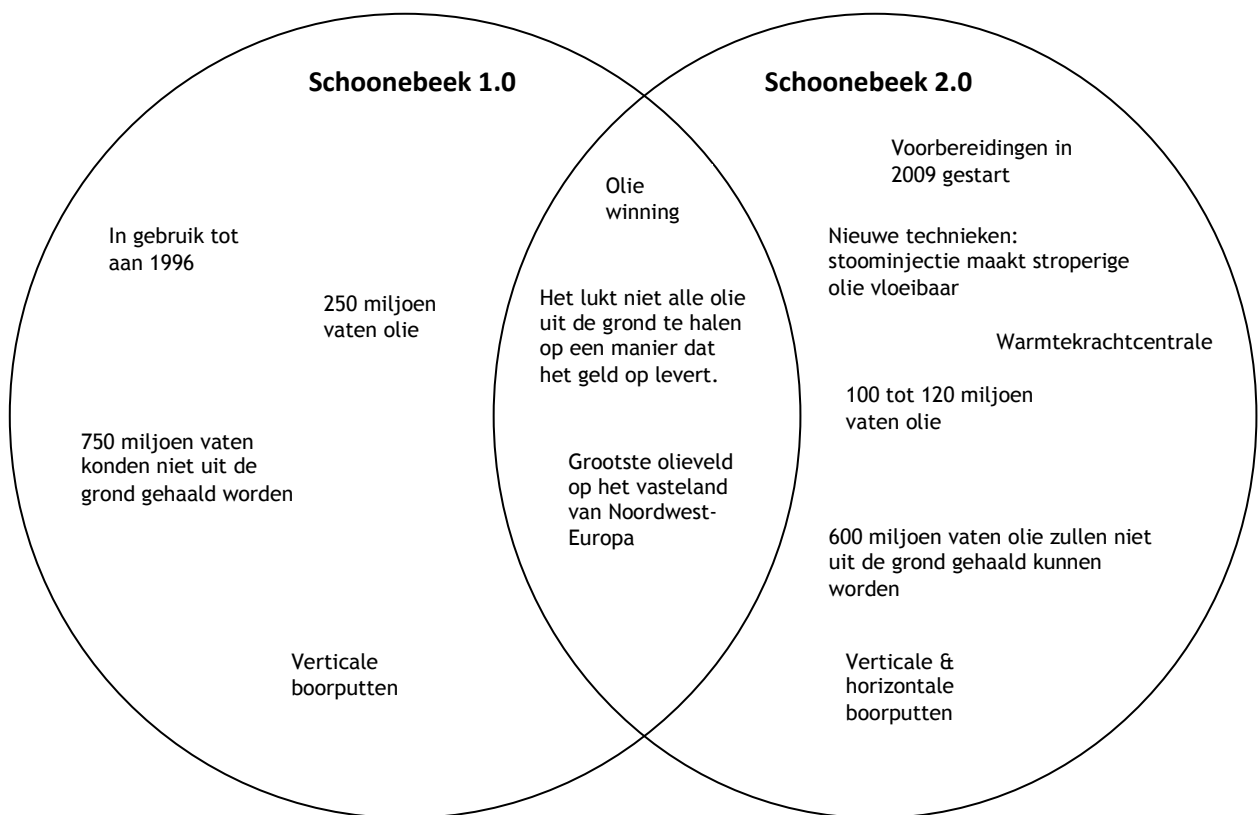
**Nieuwe technieken**

De NAM staakte de olieproductie in 1996. Nieuwe technieken maken de winning nu weer rendabel. Moderne hoogrendementspompen hebben veel meer 'zuigkracht'. Verder wordt er hete stoom in de grond gespoten, die de stroperige olie vloeibaarder maakt.

Ten slotte zijn de boorputten niet meer alleen verticaal, maar ook horizontaal geboord, waardoor een veel groter oppervlak en dus meer olie wordt bereikt.



Antwoordkaart Verdiepingsopdracht: Oliecentrale  
Schoonebeek 1.0 versus Schoonebeek 2.0



## Verdiepingsopdracht: Gascentrale

### Verdiepingsopdracht: Hoe diep is dat?

- In 1959 werd het gas in Slochteren, in Groningen, ontdekt. Het gas zat onder de akker van een boer. Meneer K.P. Boon. Het gas zat 2659 meter diep onder zijn akker. Kun je je een voorstelling maken van hoe diep dat is? Ga op zoek naar een goede vergelijking om aan te geven hoe diep dit is.

- Het Groningenveld, zoals dit gasveld genoemd wordt, beslaat een oppervlakte van circa 900 km<sup>2</sup>. Het ligt op een diepte van 3.000 meter en de dikte van de gas houdende laag is ongeveer 100 meter. Kun je je een voorstelling maken bij deze getallen? Probeer passende vergelijkingen te vinden!

- De vondst van het aardgas in 1959 in Slochteren was aanleiding voor de Nederlandse regering om alle huishoudens in Nederland aan te sluiten op aardgas. De NV Nederlandse Gasunie werd in 1963 opgericht met als taak een pijpleidingnet aan te leggen dat de plaatselijke gasbedrijven van aardgas gaat voorzien. Binnen 10 jaar kon driekwart van de Nederlandse huishoudens al over aardgas beschikken. Het belang van olie en steenkool als brandstoffen nam sterk af. Tegenwoordig heeft bijna ieder huis een centrale verwarming en warm water voorziening op basis van aardgas. Voor de productie van elektriciteit wordt ook op grote schaal aardgas als brandstof gebruikt. De vondst van de gasbel in Slochteren was heel erg belangrijk voor de naoorlogse ontwikkeling van Nederland. Waarom denk je dat de vondst van dit gasveld zo belangrijk is voor de ontwikkeling van Nederland?

## Antwoordkaart Verdiepingsopdracht: Gascentrale

## Hoe diep is dat?

- Het gas zat 2659 meter diep onder zijn akker.  
Je kunt allerlei vergelijkingen maken om een beeld te krijgen van hoe diep dit is. Zo kun je de diepte vergelijken met een hoog gebouw dat je kent. Bijvoorbeeld de Eiffeltoren. De Eiffeltoren is 300 meter hoog. Dat betekent dat als je 9 Eiffeltorens op elkaar zou stapelen dat die hoogte de diepte aangeeft! Hieronder nog wat gegevens van gebouwen waar je mee kunt rekenen.
  - De Lange Jan is 90 meter hoog. Reken maar uit hoeveel Lange Jannen dat bij elkaar opgeteld is!
  - De Arsenaaltoren in Vlissingen is 65 meter.
  - De watertoren in Goes is bijna 65 meter hoog.
  - De Dikke toren van Zierikzee is ruim 60 meter hoog.
  - De watertoren van Axel is 60 meter hoog.
  - De vuurtoren van Westkapelle is bijna 60 meter hoog.
  - De vuurtoren van Haamstede is 50 meter hoog.

Je kunt deze diepte ook vergelijken met een afstand. 2659 meter is ruim 2,5 kilometer. Misschien woon je wel op deze afstand van school! Los van deze afstand kunnen we kijken hoe lang je er dan over doet om lopend deze meters af te leggen. Dat geeft je ook een indruk van deze diepte. Als je flink doorwandelt dan loop je 6 kilometer per uur. Dat betekent dat het bijna een half uur lopen is, voor je deze afstand hebt afgelegd.

En als je een voetbalfan bent, dan weet je wellicht dat een voetbalveld tussen de 90 en 120 meter lang is. Dus heel wat voetbalvelden achter elkaar qua lengte om deze diepte te bereiken.
- Hier wat suggesties bij de genoemde getallen:
  - Het Groningenveld beslaat een oppervlakte van circa 900 km<sup>2</sup>.  
Een vierkante kilometer (km<sup>2</sup>) is een oppervlakte-eenheid. Het is de oppervlakte van bijvoorbeeld een vierkant met zijden van één kilometer lang. Een vierkante kilometer is gelijk aan 100 hectare, dit is 1.000.000 m<sup>2</sup>. Als je weet dat het eiland Schouwen-Duiveland 48.820 hectare en dus 488 km<sup>2</sup> is. Dan is het Groningenveld in oppervlakte iets kleiner dan 2 keer het eiland Schouwen-Duiveland.
  - Het Groningenveld ligt op een diepte van 3.000 meter. Dit kun je vergelijken met de suggesties die bij de vorige opgave over de diepte van het gevonden gas is gebruikt.
  - De dikte van de gas houdende laag is ongeveer 100 meter.  
Ook hier kun je gebruik maken van de gegevens over de gebouwen in de vorige opdracht. Maar je kunt ook denken aan de lengte van een voetbalveld (90 tot 120 meter). Of meet de lengte van het schoolplein eens op? Als je er vanuit gaat dat een stap ongeveer 1 meter is.
- De vondst van het gasveld in Slochteren is belangrijk geweest voor de ontwikkeling van Nederland, omdat hierdoor het mogelijk werd om eigen gas te gebruiken. Dankzij de vondst is Nederland gaandeweg helemaal op gas overgegaan. Gas hoefde niet in andere landen gekocht te worden. Voor de Nederlandse overheid is het aardgas een zeer belangrijke bron van inkomsten. De staat bezit een winstaandeel.

## Verdiepingsopdracht: Stoom- en Gascentrale

### Verdiepingsopdracht: Rekenen met rendement

- Het rendement bij energieomzettingen is de verhouding tussen de energie die je opwekt en kunt gebruiken en de energie die de elektriciteitscentrale in gaat. Het omzetten van steenkool in elektriciteit bijvoorbeeld. De warmte die vrijkomt bij de verbranding van steenkool kan niet allemaal gebruikt worden voor het opwekken van elektriciteit. Er gaat een deel van de warmte verloren. Door een gasturbine te koppelen aan een stoomturbine kan er veel meer elektriciteit opgewekt worden. Het rendement kan dus verhoogd worden. In een stoomturbine wordt een turbine aangedreven door stoom. Het rendement van een stoomturbine is ongeveer 40 %. Dat betekent dat 40% van de warmte die de verbranding van bijvoorbeeld steenkool geeft, omgezet wordt in elektriciteit. Een gasturbine heeft een rendement van 30 %. Dat betekent dat 30% van de uitlaatgassen omgezet kan worden in elektriciteit.

Wat is het rendement van een STEG-centrale?

- En welk deel wordt door de gasturbine en welk gedeelte door de stoomturbine geleverd?

- Rendementen zijn altijd kleiner dan 100%. Hoe kan dat denk je?

## Antwoordkaart Verdiepingsopdracht: Stoom- en Gascentrale

## Rekenen met rendement

- Een gasturbine heeft een rendement van 30%.
- Een stoomturbine heeft een rendement van 40%.
- In de gasturbine wordt 30% energie uit de uitlaatgassen gehaald. Met de uitlaatgassen van een gasturbine, dat gezien het 30 % aan elektrisch rendement nog 70 % van de energie bevat, verwarmt men de ketel van een stoomturbine die een elektrisch rendement van 40 % heeft. Dit levert een totaal elektrisch rendement op van  $30 + (70 \times 0,4) = 58 \%$ .
- Bij een STEG-centrale levert de gasturbine ongeveer twee derde van het vermogen, en de stoomturbine een derde.

## Verdiepingsopdracht: Kerncentrale

### Verdiepingsopdracht: Radioactief

- Uranium is erg radioactief. Dit betekent dat uranium gevaarlijke straling uitzendt.

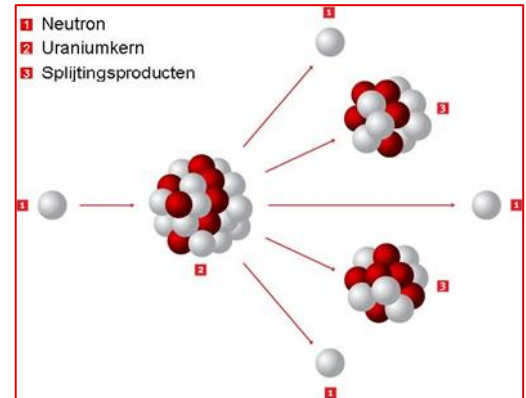
*radio=radius=straal, actief= werkzaam*

De aarde bestaat uit veel verschillende stoffen. Die stoffen zijn allemaal opgebouwd uit bouwstenen. Vergelijk het maar met LEGO. De verschillende blokjes zijn de atomen. Deze blokjes (atomen) kun je samenvoegen tot bouwsels (moleculen). Samen vormen deze bouwsels (moleculen) weer een groter geheel bijvoorbeeld een stad (de stof). De atomen veroorzaken straling. Sommige atomen zijn niet zo stevig, ze willen uit elkaar vallen. Als atomen uit elkaar vallen, schieten de stukjes alle kanten op. Dat wegschieten noemen we straling.

Het splijten van de atomen gebeurt onder dikke metalen platen, omdat het splijten van atomen heel gevaarlijk is. Daarom is het belangrijk dat uranium nooit in aanraking komt met de stoom die de turbine laat draaien. Hiervoor zijn 2 aparte leidingen aangelegd waar het water doorheen loopt, zo wordt voorkomen dat het uranium met het stoom in aanraking komt.

Als uranium opraakt ontstaat plutonium. Ook plutonium is gevaarlijk, want het zendt radioactieve straling uit. Radioactieve straling als gevolg van kernenergie is gevaarlijk. Om te zorgen dat niemand ziek wordt, zijn er heel strenge beveiligingsmaatregelen in een kerncentrale.

Per jaar wordt er in de kerncentrale in Borsele ongeveer anderhalve kubieke meter hoog radioactief afval geproduceerd. Dit radioactieve afval verliest zijn radioactiviteit in de loop van de tijd, maar het duurt tienduizenden jaren voordat het weer veilig is voor de mens. De opslagplaats moet dus zeer stevig en het liefst ver uit de buurt van mensen zijn. Maar het is niet mogelijk de radioactiviteit uit het afval te halen. Er zit niets anders op dan het afval duizenden jaren afgesloten te bewaren. Tegenwoordig wordt radioactief afval verpakt in een aantal lagen beton of vermengt met glas. Dit wordt vervolgens weer goed verpakt in roestvrijstalen vaten en opgeslagen in een betonnen bunker. En niet alleen de kerncentrale, maar ook de opslag van het afval is goed beveiligd. De opslagplaats voor de centrale in Borsele is ook in Borsele; de COVRA.





Het uranium wordt tot tabletjes geperst die in gesloten buizen worden gedaan. Deze buizen heten 'splijtstofstaven'. Deze staven worden in het reactorvat van de kerncentrale gedaan. Na verloop van tijd raken de makkelijk deelbare kernen in de brandstofstaven op. Omdat de kernen radioactieve uranium kernen nu niet meer genoeg energie leveren, moeten ze worden vervangen. Een keer per jaar wordt deze centrale stilgezet. Dan krijgt de kernreactor nieuwe brandstof (uranium). Dat heet Splijtstofwisseling. Dit duurt tien dagen.

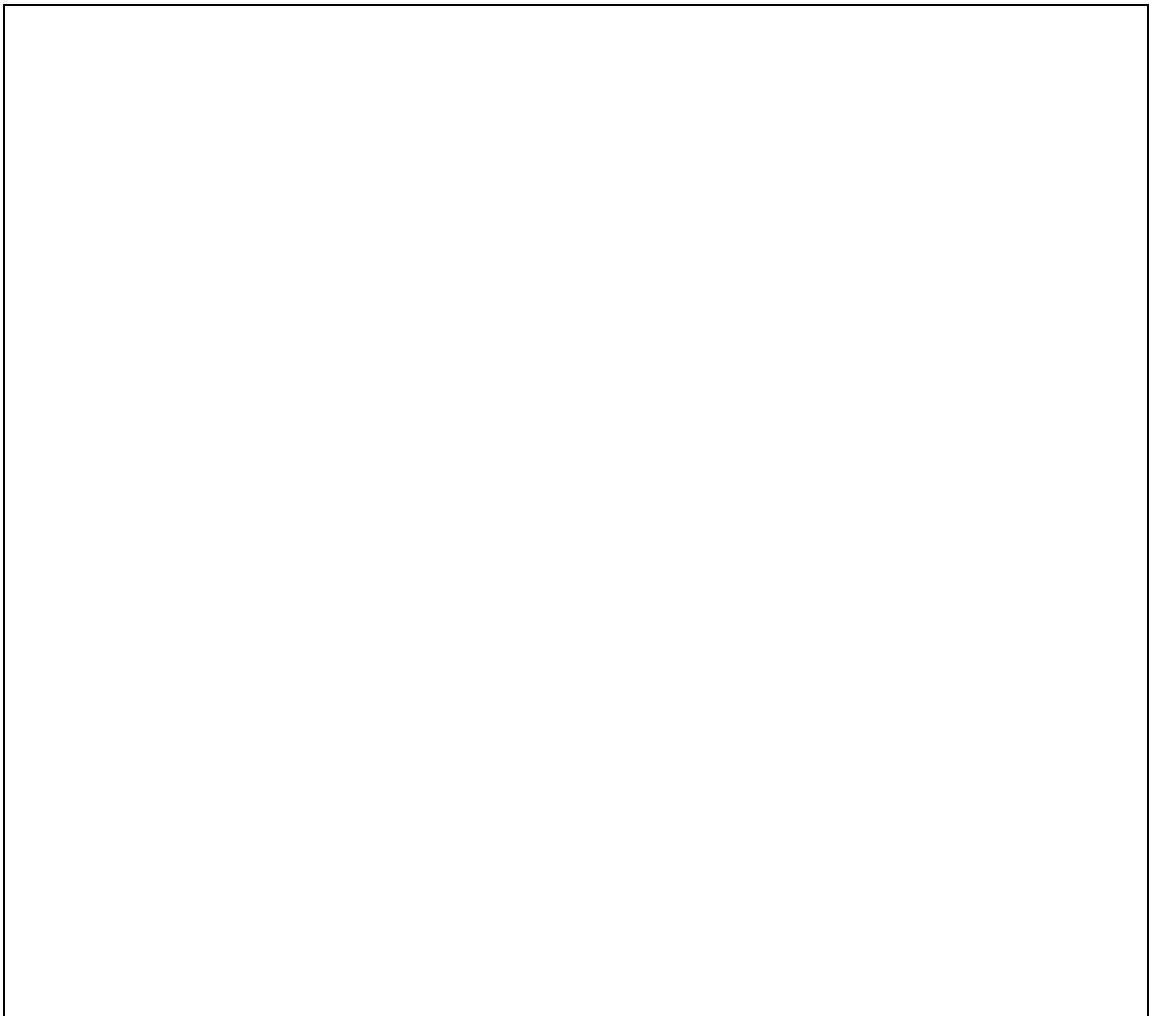
Niet iedereen is er van overtuigd dat dit veilig is. Daarom zijn sommige mensen tegen kernenergie. Een ongeluk met een kernreactor, zeker als deze in de buurt staat van waar mensen wonen, kan grote gevolgen hebben. Een voorbeeld hiervan is de ramp in Tsjernobyl in Oekraïne in 1986. De gevolgen van deze ramp waren tot in West-Europa te merken. Ook de kerncentrale in Fukushima (Japan) in 2011 is hier een voorbeeld van. Het bouwen van een kernreactor is een enorme investering, met name door alle veiligheidsmaatregelen die moeten worden genomen. Tegenstanders vinden het bovendien slecht dat je kernwapens kunt maken van bewerkt uranium, de grondstof voor kerncentrales. Het verkrijgen van uranium, de bewerking en het vervoer is slecht voor het milieu.

Het gevaar tijdens het maken van kernenergie vormt de kettingreactie die nodig is om de energie op te wekken. Het kost namelijk veel moeite om deze kettingreactie te beheersen of te stoppen. Dit kan alleen door een noodstop. Bij een noodstop stopt men staven in de kernreactor die de neutronen absorberen. Hierdoor stopt de kernreactie. De staven die voor de splijting gebruikt zijn, zijn dan nog wel heel heet. Deze worden vervolgens gekoeld met koelwater. Als de staven niet gekoeld zouden worden, dan smelten ze. Dit heeft een meltdown (*Melt* betekent smelten in het Engels).

- Kun jij de werking van de kettingreactie in een kerncentrale laten zien aan de hand van dominostenen?
- Wat denk je dat deze proef te maken heeft met het opwekken van kernenergie?

- Je vindt het antwoord op de Antwoordkaart Verdiepingsopdracht Kerncentrale.

- Per jaar wordt er in de kerncentrale in Borsele ongeveer anderhalve kubieke meter hoog radioactief afval geproduceerd. Dat lijkt maar weinig, omdat ongeveer 95% van de gebruikte splijtstof gerecycled kan worden. In een opwerkingsfabriek wordt deze oud splijtstof 'schoongemaakt'. Het grootste deel van het gebruikte uranium is namelijk niet verspleten en kan opnieuw in splijtstofstaven gebruikt worden. Vanuit Borsele gebeurt dit in een opwerkingsfabriek in Frankrijk.  
In een opwerkingsfabriek worden de restjes uranium in plutonium uit de brandstofstaven verwijderd. Het uranium wordt in nieuwe staven gedaan, en het plutonium wordt bewaard. Hier kunnen later atoombommen van gemaakt worden of gebruikt worden in een kweekreactor. Dit proces wordt ook wel opwerken genoemd. Opwerken is heel duur vanwege al de veiligheidsmaatregelen, niemand mag de stoffen namelijk aanraken. Welke veiligheidseisen worden er allemaal in een kerncentrale genomen? Bekijk de poster en maak een overzicht van deze acties.



## Antwoordkaart Verdiepingsopdracht: Kerncentrale

## Radioactief

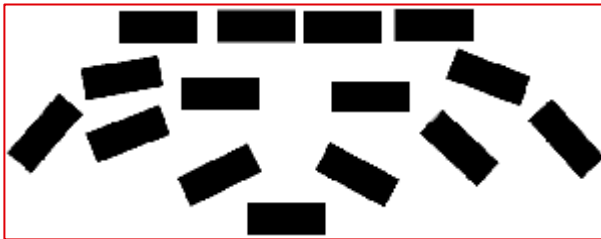
Hoe kun je met dominostenen de kettingreactie die bij Kernenergie ontstaat nabootsen?

Wat heb je nodig?

- Doosje dominostenen
- liniaal
- platte ondergrond (of tafel die niet wiebelt)

Aan de slag!

- Plaats de dominostenen in het patroon zoals op de afbeelding.

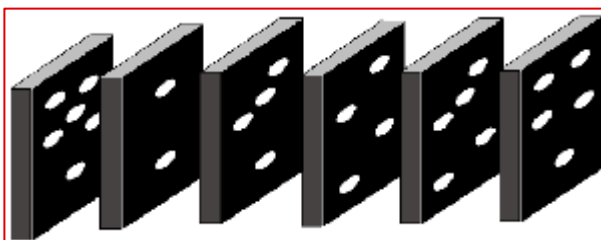


- Plaats op een ander deel van de tafel 2 rechte lijnen met dominostenen.
- Duw eerste dominosteentje om in het eerste dominopatroon. Kijk wat er gebeurt!
- Duw de eerste dominosteentje om in een van de twee rechte lijnen.
- Houd de liniaal ergens tussen de dominostenen in de tweede rechte lijn met dominostenen. Duw de eerste dominosteentje omver en kijk wat er gebeurt.  
*Niet alle dominostenen vallen om.*

Een kettingreactie kun je ook nabootsen met andere materialen dan alleen dominostenen. Ontwerp een kettingreactie. Een baan ontwerpen waarbij een (rollend of vallend) voorwerp een kettingreactie of domino-effect teweegbrengt. Dus een ander voorwerp weer in beweging zet.

Wat denk je dat deze proef te maken heeft met het opwekken van kernenergie?

- Wat je ontdekt!  
In een kernsplittingsproces in een kernreactor worden uraniumdeeltjes gebruikt in een kettingreactie. Het eerste uraniumdeeltje splitst zich in twee atomen/neutronen, welke op hun beurt weer twee uraniumdeeltjes splitsen. Ieder van
- De kettingreactie gaat door en door en de kettingreactie wordt steeds groter.



## Verdiepingsopdracht: Biomassacentrale

### Verdiepingsopdracht Food vs Fuel



- Er worden ook speciaal gewassen verbouwd om biomassa te verkrijgen. Zo wordt in Nederland getest met wilgen. In andere landen worden al speciaal wilgen gekweekt om als energiebron te dienen. Ook is er tegenwoordig energiemaïs. Deze mais is niet anders dan gewone maïs, alleen het doel waarvoor het verbouwd wordt is anders. Hoewel bijna ieder gewas omgezet kan worden in biomassa, is niet ieder gewas even geschikt. Gewassen met een hoog suikergehalte of een hoog vetgehalte zijn het meest geschikt. Verschillende Nederlandse elektriciteitscentrales voegen een deel biomassa toe in hun brandstof (meestal kolen). Daardoor mogen ze een deel van hun stroom als groene stroom verkopen. Dit bijmengen staat ter discussie, omdat de centrales de biomassa soms ook invoeren vanuit tropische landen. Daar verandert de natuur door de productie van deze biomassa. Zo worden er bijvoorbeeld grote stukken oerwoud gekapt voor palmolie plantages. Of wordt er landbouwgrond gebruikt voor mais om energie op te wekken in plaats van om als voeding te gebruiken. Hoe denk jij over het food versus fuel dilemma?

### Biomassa is niet nieuw

Sinds kort is er een toenemende belangstelling voor biomassa. Dit komt door de aandacht voor het milieu en het besef dat fossiele brandstoffen aan het opraken zijn. Nu duurzame energie vaker in het nieuws komt, hoor je steeds meer over biomassa. Eigenlijk is het gebruik van biomassa al heel oud, maar nu wordt het steeds meer en beter toegepast. Al in de middeleeuwen werd in Nederland gebruik gemaakt van biomassa om dingen te verwarmen. Grote veengebieden werden afgestoken en gedroogd tot een compacte, brandbare massa (*turf*). Na de industriële revolutie werd er echter vooral gewerkt met de fossiele brandstoffen en verdween biomassa uit beeld. Nu is de belangstelling voor biomassa echter weer sterk toegenomen; de fossiele brandstoffen raken op en bleken zeer schadelijk voor het milieu.

## Verdiepingsopdracht: Windturbine

### Verdiepingsopdracht: Hoe ontstaat wind?

	<p><b>Windmolens op zee</b> <i>Het Klokhuis</i></p> <p>Windmolens op zee. Voor de kust van IJmuiden wordt een groot windmolenpark gebouwd. Hoe bouw je windmolens midden op zee? Dolores vaart met een bootje naar de montageplaats. Daar worden de windmolens per onderdeel op spectaculaire wijze op zee in elkaar gezet.</p>
	<p><b>De Turbie</b> <i>Een verbeterde windmolen</i></p> <p>Je kent ze wel: die grote windmolens met enorme wieken. Er is nu een nieuwe windmolen ontworpen - de turbie - die veel voordelen heeft. Hij draait altijd - welke wind er ook waait. En hij vraagt ook veel minder onderhoud. Meer weten? Bekijk deze clip <a href="http://www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20071113_turbies01">www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20071113_turbies01</a></p>

Met een windmolen kun je op een snelle en makkelijke manier energie maken. Een windmolen werkt als volgt: Doordat de wind tegen de wieken van een windmolen waait, komen de wieken in beweging en gaan ze draaien. Door deze draaiing worden assen aangedreven. Hiermee kan tarwe gemaal worden of water uit de grond gepompt worden.

Een staartmolentje zorgt dat de molen goed in de wind gedraaid wordt. De molens die dit niet hebben, worden door de molenaar in de goede richting gezet.

Door harde windvlagen kunnen de wieken kapot gaan, daarom hebben de meeste wieken een skeletmodel. Dit wil zeggen dat de wieken uit planken zijn opgebouwd en dat er openingen tussen elke plank zit. Wil de molenaar toch dat ze hard gaan draaien dan kan hij met behulp van een zeil de wieken aanpassen op de windsnelheid.

- Om windenergie op te wekken is uiteraard wind nodig. Soms waait het bijna niet en dan weer heel hard. Weet je eigenlijk hoe wind ontstaat? Wat denk je?

- Windkracht meten we met de schaal van Beaufort. Hieronder zie je de betekenis van deze schaal. Echter de signalen staan niet ingevuld. Probeer eens een beschrijving van de verschillende signalen te maken, waaraan je zou kunnen zien welke windkracht het is.

Windkracht	Snelheid gemeten in kilometers per uur	Naam	Signalen boven land en bij de mens	Signalen boven zee
0	0	Stil		
1	1-5	Zwak		
2	6-11	Zwak		
3	12-19	Matig		
4	20-28	Matig		
5	29-38	vrij		
6	39-49	krachtig		
7	50-61	Hard		
8	62-74	Stormachtig		
9	75-88	Storm		
10	89-102	Zware storm		
11	103-117	Zeer zware storm		
12	117+	Orkaan		

In dit artikel van Wikipedia kun je lezen welke signalen er gehanteerd worden en je kunt ook meer lezen over de geschiedenis van Beaufort: [http://nl.wikipedia.org/wiki/Schaal\\_van\\_Beaufort](http://nl.wikipedia.org/wiki/Schaal_van_Beaufort)

## Antwoordkaart Verdiepingsopdracht: Windturbine

## Hoe ontstaat wind?

De zon verwarmt de aarde: land en zee. Lucht die boven het land en de zee hangt, wordt hierdoor opgewarmd. Deze verwarmde lucht stijgt op. Warme lucht is namelijk lichter dan koude lucht en stijgt dus boven de koude lucht uit. De koude lucht verplaatst zich vervolgens naar de plaats waar de warme lucht opgestegen is. Hierdoor ontstaat wind. Je zou dus kunnen zeggen dat wind dus gewoon bewegende lucht is.



## Verdiepingsopdrachten: Waterkracht

### Verdiepingsopdracht: Getijdencentrale

- Een nieuwe variant op een stuwdam is een getijdencentrale. In Nederland vormt het verschil tussen eb en vloed maar een paar meter. Aan de Franse en ook de Engelse kust zijn deze verschillen soms wel 10 meter. Eb wordt ook wel laag water genoemd en vloed hoog water. Eb en vloed zijn getijden, vandaar dat de centrales om energie uit eb en vloed te halen ook getijdencentrale heten.



Als het vloed wordt, stroomt het water door buizen naar een reservoir achter de centrale. In deze buizen zitten turbines die door het stromende water in beweging worden gezet. De turbines zetten vervolgens generatoren (een soort dynamo's) aan die stroom leveren.

Als het eb wordt, stroomt het water weer de andere kant op en kan er weer op dezelfde manier elektriciteit opgewekt worden. De turbines zijn zo gebouwd dat ze altijd in beweging zijn. Of het water nou de ene of de andere kant op stroomt. In Nederland zijn zulke centrales nog niet in gebruik, omdat het verschil tussen eb en vloed lager is. Wel wordt er onderzoek naar gedaan om hier ook energie mee op te gaan wekken.

In andere landen wordt ook waterkracht gebruikt om elektriciteit op te wekken. Dit gebeurt vaak met behulp van stuwmuren. Een voordeel van een waterkrachtcentrale via een stuwmeer, is dat de energie heel goed opgeslagen of bewaard kan worden. Op het moment dat er even niet veel elektriciteit nodig is, kan het water in het stuwmeer vastgehouden worden. Zo kan het op een later moment gebruikt worden, als er wel vraag naar energie is. Een waterkrachtcentrale kan dus goed inspelen op de vraag of juist mindere vraag naar elektriciteit door een spaarbekken te gebruiken. Bovendien is er altijd wel water voorhanden.

In China staat de grootste waterkrachtcentrale ter wereld; de Drieklovdendam. Deze centrale heeft een energie-opbrengst van 84 miljard kilowattuur per jaar. Dat is 3% van het elektriciteitsverbruik van China. Ter vergelijking: in 2008 was het elektriciteitsverbruik in Nederland 109 miljard kilowattuur.

- Niet alle vissen overleven de tocht door de waterkrachtcentrale. Hoe zou je dit probleem op kunnen lossen? En dus voorkomen dat de vissen door de waterkrachtcentrale gevoerd worden?

#### Verdiepingsopdracht: Aan de slag met waterkracht

- Kun jij ook een toepassing bedenken op waterkracht? Bijvoorbeeld iets optillen met waterkracht? Maak een tekening van een ontwerp waarbij je de kracht van vallend water gebruikt om iets op te tillen?



- Hoe zou je de snelheid kunnen verhogen?



- Hoe zou je kunnen zorgen dat je meer gewicht kunt optillen?
- Vraag aan je leraar of je je ontwerp mag bouwen.

## Verdiepingsopdracht: Proefje

## WAT HEB JE NODIG

- Water
- Leeg Melkpak
- Schaar
- Prikpen
- Plakband
- Meetlat

- Knip de bovenkant van het melkpak.
- Maak aan de zijkant van het pak op 1 cm van de onderkant een gaatje in het midden van het pak. Maak op 2 cm vanaf de onderkant van het pak een tweede gaatje. **Let op dat alle gaatjes even groot zijn.**
- Maak op 3 cm vanaf de onderkant van het pak een derde gaatje.
- Maak op 4 cm vanaf de onderkant van het pak een vierde gaatje.
- Neem een stuk plakband en plak daar alle vier de gaatjes mee dicht.
- Zet het melkpak op de rand van de gootsteen met de kant van de gaatjes naar de wasbak toe.
- Teken bijna bovenaan het melkpak een lijn.
- Vul het melkpak met water tot aan de lijn.
- Straks ga je alle 4 de gaatjes open maken. Wat denk je dat er zal gebeuren?
- Verwijder snel het plakband van alle 4 de gaatjes.  
Kijk wat er gebeurt en meet hoe ver iedere straal in de wasbak terecht komt.
- Wacht tot al het water uit het melkpak gelopen is.  
Kijk wat er gebeurt als het waterniveau daalt. Wat gebeurt er met de waterstralen?
- Plak alle gaatjes dicht met 4 losse stukjes plakband.
- Plaats het melkpak weer op de rand van de gootsteen . Vul het melkpak weer tot aan de lijn. En verwijder het onderste plakbandje. Meet hoe ver de straal komt.
- Plak dit onderste gaatje weer dicht en vul het melkpak.
- Straks maak je het tweede gaatje vrij. Wat denk je dat er zal gebeuren?
- Maak het tweede gaatje vrij.  
Meet hoever de straal komt.
- Plak dit tweede gaatje weer dicht, vul het melkpak en maak het derde gaatje vrij. Meet hoever de straal komt.
- Plak dit derde gaatje weer dicht, vul het melkpak en maak het vierde gaatje vrij. Meet hoever de straal komt.
- Wat ontdek je?

- Hoe ver kwam de straal?

- Was er een verschil tussen de straal uit het onderste en het bovenste gaatje? Ja/Nee
- Hoe denk je dat dat komt?

#### Verdiepingsopdracht: Stuwmeer als batterij of accu

- Tussen Nederland en Noorwegen ligt een elektriciteitsverbinding. Deze verbinding heet de NorNed-kabel. Deze verbinding heeft grote voordelen voor de Nederlandse elektriciteitsmarkt. De kabel wordt namelijk gebruikt om overdag goedkope met waterkracht opgewekte en dus schone elektriciteit uit Noorwegen te importeren. 's Nachts kan dan goedkope Nederlandse nachtstroom worden gebruikt om Noorwegen te voorzien van elektriciteit. Op deze manier kan het water in de bassins van de Noorse waterkrachtcentrales gespaard worden voor de piekvraag. De goedkope nachtstroom kan ook gebruikt worden om water omhoog in het spaarbekken te pompen bij de waterkrachtcentrale. Dan kan er overdag, als er meer behoefte is aan stroom, weer elektriciteit met dit water opgewekt worden. Zo worden de stuwmeren gebruikt om energie op te slaan en is het ook weer eenvoudig terug te winnen is. Je zou haast kunnen zeggen dat de stuwmeren daarom als een soort batterij of accu dienen. Kun je dit uitleggen?

Antwoordkaart Verdiepingsopdracht: Waterkracht  
Getijdencentrale

Vissen kunnen niet tegen een stuw opspringen om aan de andere kant van de stuw te komen. Een **vistrap** of **vispassage** helpt vissen naar de andere kant van de stuw te komen. Zo'n vistrap of vispassage maakt het voor vissen mogelijk om stroomopwaarts te zwemmen. Een vistrap bestaat uit een soort waterbakken met een hoogteverschil van 16 cm. De passage in Amerongen bestaat uit 24 van deze waterbakken. De vis zwemt tegen de stroom op en springt steeds naar een hoger gelegen waterbak.

**Vistrap**

In dit filmpje kun je zien hoe een vistrap werkt.

<http://www.youtube.com/watch?v=-0NEJhCzt2Q>

Antwoordkaart Verdiepingsopdracht: Waterkracht

Aan de slag met waterkracht



**Een hijskraan op waterkracht**

Je kunt ook zelf gebruik maken van waterkracht. Kijk maar eens naar dit filmpje.

[www.youtube.com/watch?v=pPFqT9xwEJ0&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=pPFqT9xwEJ0&feature=related)

Antwoordkaart Verdiepingsopdracht: Waterkracht

Proefje

Water heeft gewicht. Hoe dichter het gaatje bij de bodem, hoe meer water er boven zit en hoe meer gewicht er drukt vanaf boven. Hoe meer gewicht, hoe meer waterdruk. En hoe meer waterdruk, hoe verder de straal zal komen en hoe sneller hij gaat.

Waterkrachtcentrales worden daarom ook aan de onderkant van een rivier gebouwd om zo voordeel te halen uit de waterdruk die op de bodem van de rivier of het stuwmeer aanwezig is. Deze waterdruk wordt via een buis gericht op de bladen van de waterturbine. Deze waterdruk zet de turbine in beweging en de turbine zet de generator in werking om elektriciteit op te wekken.

### Antwoordkaart Verdiepingsopdracht: Waterkracht

#### Stuwmeer als batterij of accu

In een stuwmeer wordt pas elektriciteit opgewekt als je het water weg laat lopen. Pas dan brengt het water een turbine in beweging en kun je elektriciteit opwekken. Je kunt met een stuwmeer zelf beslissen *wanneer* je water weg laat lopen. Het stuwmeer dient dus als batterij; een voorraad water die je zo om kunt zetten in elektriciteit.



## Verdiepingsopdracht: Zonne-energie

### Verdiepingsopdracht Zonnehuizen

- Hoe zou je een huis zo kunnen bouwen, dat je optimaal gebruik maakt van de zonne energie? Dus zowel via zonnecellen als via de warmte van de zon. Maak een ontwerp en schrijf een toelichting hierbij.

