

## Les Kernenergie

### Werkblad

#### ***Wat is kernenergie?***

Het Griekse woord *atomos* betekent 'ondeelbaar'. Het woord 'atoom' is hiervan afgeleid. Ooit dachten wetenschappers dat atomen de kleinste, ondeelbare bouwstenen van alle stoffen waren.

Inmiddels weten we beter. Kernenergie, vroeger ook wel atoomenergie genoemd, ontstaat bij de splitsing van atoomkernen. Meestal wordt daarvoor de stof uranium gebruikt. De ontdekkers van kernenergie dachten dat het een ideale vorm van energie was, die fossiele brandstoffen voor altijd overbodig zou maken. Kernenergie is betrouwbaar en goedkoper dan zonne-energie of windenergie. Bij de opwekking van kernenergie ontstaat geen CO<sub>2</sub>. Er is maar heel weinig uranium nodig om heel veel energie op te wekken en alles wat overblijft, is een heel klein beetje afval.

Helaas heeft kernenergie één groot nadeel: radioactiviteit. Dat is een onzichtbare straling die de cellen van mensen, dieren en planten kan beschadigen. De straling gaat door bijna alles heen en kan vreselijke vervormingen, ziektes en zelfs de dood veroorzaken. Radioactieve straling komt vrij bij de opwekking van kernenergie. Ook het afval straalt radioactiviteit uit.



Foto 1 – In Borssele staat de enige kerncentrale van Nederland (Radio Wereld Omroep, Flickr)

### ***Veiligheidsmaatregelen en gevaar***

In kerncentrales worden veel maatregelen genomen om ervoor te zorgen dat er geen radioactiviteit naar buiten lekt. Kerncentrales zijn beveiligd tegen storingen, overstromingen, aardbevingen en andere rampen. Door alle maatregelen gaat het bijna nooit mis. Maar als het mis gaat, zijn de gevolgen groot. Zo raakte er in maart 2011 een kerncentrale in Japan beschadigd door een aardbeving. Het gevolg: radioactiviteit tot op vele tientallen kilometers van de centrale.

Het afval van kerncentrales is misschien nog een groter probleem dan de veiligheid. Een kerncentrale produceert maar weinig radioactief afval, maar dat afval blijft vele duizenden jaren heel gevaarlijk. Het enige wat we er nu mee kunnen doen, is het opslaan. Meestal gebeurt dat in goed afgesloten ruimten onder de grond. Maar wat gebeurt er als er een aardbeving is of als mensen in de verre toekomst gaan graven? Duizenden jaren is een lange tijd. Stel je voor dat de oude Egyptenaren hun piramides hadden gebruikt om kernafval in op te slaan. Als wij die piramides nu open zouden maken, zou het afval nog altijd gevaarlijk zijn.

### ***Een tweede kerncentrale?***

In Nederland is nu één kerncentrale. Er zijn plannen voor een tweede centrale. Daar gaat deze les over. Wat is het nut van die centrale? Wat levert de centrale op en wat zijn de nadelen?

**Bron 1:**

Energiebedrijf Delta stelt kerncentrale uit

**Bij de plaats Borssele in Zeeland staat de enige Nederlandse kerncentrale. De eigenaar van de centrale, het energiebedrijf Delta, had vergevorderde plannen om een tweede centrale te bouwen. Nu besluit het bedrijf hier voorlopig van af te zien.**

**Uitstel, misschien afstel**

Voor het uitstel en misschien zelfs afstel van de bouw, zijn meerdere redenen. Door de crisis is er op dit moment minder behoefte aan energie. Daarnaast is er in Duitsland veel onrust over kernenergie na de ramp in Japan. Een Duits energiebedrijf dat in de centrale zou investeren, trekt zich daarom terug. De Nederlandse regering is voor kernenergie, maar wil geen subsidie geven. Delta heeft moeite om alleen de benodigde 4,5 miljard euro te betalen.

**Handel in CO<sub>2</sub>-emissierechten**

Delta nam aan dat de prijs van energie uit fossiele brandstoffen sneller zou stijgen, doordat landen maar een beperkte hoeveelheid CO<sub>2</sub> uit mogen stoten. Door de handel in CO<sub>2</sub>-emissierechten, is deze prijsstijging minder groot dan gedacht. Dit zorgt ervoor dat elektriciteit uit fossiele bronnen veel goedkoper is dan de kernenergie uit een nieuwe centrale.

**Tegenstanders**

Milieuorganisaties als Greenpeace en veel anderen zijn tegen de bouw van een tweede centrale. Zij maken zich zorgen om de veiligheid: bij een ongeluk zou er radioactiviteit uit de centrale kunnen lekken. Dat zou dramatische gevolgen hebben voor de gezondheid van mensen en dieren in een groot gebied rond de centrale. Ook is er volgens de milieuorganisaties geen goede oplossing voor het radioactieve afval dat uit de centrales komt. Dit afval, dat duizenden jaren gevaarlijk blijft, wordt nu meestal ondergronds opgeslagen.



**Foto 2 – Protest tegen kerncentrales (Dimitri Castrique, SXC)**

**Voorstanders**

Volgens Delta en andere voorstanders van kernenergie is deze energievorm veilig. Volgens hen zijn er voldoende mogelijkheden om ervoor te zorgen dat de radioactiviteit bij het productieproces en bij de opslag van afval nooit naar buiten komt. Volgens deze partijen is kernenergie de meest betrouwbare en betaalbare vorm van energieopwekking zonder CO<sub>2</sub>-uitstoot.

(Bronnen: Elsevier 23-01-2012, NRC 23-23-2011, Volkskrant 11-01-2012)

## A. Oriëntatie

- 1 Lees de inleiding.
  - a. Noem twee voordelen van kernenergie ten opzichte van energie uit fossiele brandstoffen.
  
  - b. Wat zijn twee nadelen van kernenergie?
  
- 2 De onderstaande animaties van energiemaatschappij EPZ laten zien hoe een kerncentrale en een steenkoolcentrale werken. Geef voor elke eigenschap aan of deze hoort bij een kolencentrale, een kerncentrale of bij allebei.
  - De werking van een kerncentrale: [www.tinyurl.com/hoe-werken-kerncentrales](http://www.tinyurl.com/hoe-werken-kerncentrales)
  - De werking van een kolencentrale: [www.tinyurl.com/hoe-werken-kolencentrales](http://www.tinyurl.com/hoe-werken-kolencentrales)

	Kolencentrales	Kerncentrales
Wekken elektriciteit op met behulp van stoom		
Aan de brandstof wordt biomassa toegevoegd		
Doen enkele weken met één scheepslading brandstof		
Gebruiken een goed geïsoleerd reactorvat		
Gebruiken een turbine met een schoepenrad		
Gebruiken een verbrandingsketel met een hoge temperatuur		
Gebruiken water uit de omgeving als koelwater		
Goed beschermd tegen aardbevingen en overstromingen		
Leveren ongeveer 25% van de elektriciteit in Nederland		
Produceren CO <sub>2</sub> en andere broeikasgassen		
Produceert radioactief afval		
Uitlaatgassen worden met filters schoongemaakt		

- 3 Is kernenergie een **hernieuwbare energiebron**? Leg je antwoord uit. (Zoek het begrip eventueel op in het informatieblad).

- 4 Lees bron 1. Noem twee redenen waarom Delta voorlopig de kerncentrale niet gaat bouwen.
- 5 Let uit wat de relatie is tussen de handel in **CO<sub>2</sub>-emissierechten** en het uitstel van de bouw van de tweede kerncentrale.
- 6 Het actiecomité 'Borssele 2 nee' is tegen de tweede kerncentrale. Het comité vindt onder meer dat een tweede centrale "zorgt voor een verdrukking van echte groene energie zoals zon-, wind- of getijdenenergie". Wat zal het comité hiermee bedoelen?

### **B. De tweede kerncentrale in het Energietransitiemodel**

Delta ziet dus voorlopig af van een tweede centrale. Maar dat kan in de toekomst veranderen. In de volgende opdrachten ga je met het Energietransitiemodel onderzoeken wat de gevolgen zijn van een tweede centrale.

- Ga naar de website <http://pro.et-model.com/>.
  - Controleer of de teksten in het Nederlands zijn. Zo niet: klik rechtsboven in het scherm op 'Settings' en zet 'Current language' op 'nl'.
  - Kies 'Start een nieuw scenario', *Nederland, 2020* en klik op *start*. (Klik 'OK' als je een waarschuwing krijgt).
  - Klik rechtsboven in je scherm op Opties en haal het vinkje weg bij 'Gebruik merit order'.
  - Ga naar 'Aanbod' >> 'Elektriciteit' >> 'Kerncentrale'.
- 7 Je hebt in het scenario nog niets veranderd. De waarden in het **dashboard** staan dus nog in hun uitgangspositie. Neem de CO<sub>2</sub>-uitstoot en de kosten van het dashboard over.

CO<sub>2</sub>-uitstoot (sinds 1990):

Kosten:



Foto 3 – Pas op: Kernenergie!  
(Resignent, SXC)

De kerncentrale die nu in Borssele staat, stamt uit 1973. Deze centrale heeft niet de capaciteit van de meest moderne kerncentrales. Daarom is het getal dat bij de schuif 'Kern conventioneel' staat lager dan 1. De huidige capaciteit voor kernenergie in Nederland is 0,3 van de capaciteit van één moderne kerncentrale. Om één nieuwe centrale bij te bouwen, moet het schuifje naar 1,3.

→ Zet het schuifje onder kerncentrale op 1,3. Kijk goed wat er verandert in het dashboard.

Tip: je kunt ook op het getal klikken en daarna een nieuwe waarde ingeven. Gebruik dan een punt in plaats van een komma.

**8** Vergelijk met vraag 7. Wat verandert er door de nieuwe centrale in:

a. de CO<sub>2</sub>-uitstoot:

b. de kosten:

**9** De rode lijn in de grafiek is de vraag. Je produceert nu net iets minder elektriciteit dan er nodig is. Voer de productie op door het schuifje voor kerncentrales op '2,5' te zetten en probeer daarna op het niveau van de vraag te komen door de meest vervuilende bronnen weg te werken. Vergelijk nu opnieuw met vraag 7. Wat is nu het effect op:

a. de CO<sub>2</sub>-uitstoot (sinds 1990):

b. de kosten:

→ In Nederland komt ongeveer 4% van alle elektriciteit uit kernenergie. Dat is veel minder dan in de meeste andere landen. Kies één van de landen uit bron 2 om de Nederlandse situatie mee te vergelijken.

**10** Welk land kies je?

→ Breng de Nederlandse kernenergie in je scenario op hetzelfde niveau als dit land. Breng vervolgens het gebruik van andere energiebronnen terug. Zorg ervoor dat je net genoeg elektriciteit produceert om aan de vraag te voldoen.

<b>Bron 2:</b> Percentage elektriciteit uit kernenergie in verschillende landen en in de EU	
<b>Land of gebied</b>	<b>Percentage elektriciteit uit kernenergie</b>
Duitsland	21%
Engeland	16%
EU	28%
Frankrijk	80%
Japan	29%
Verenigde Staten	20%
Zwitserland	40%
Bronnen: Trouw, 17/03/2011, Nu.nl 28/05.2011, De Morgen11/05/2010	

**11** Vergelijk opnieuw met je antwoorden op vraag 7. Wat is nu het effect op:

a. de CO<sub>2</sub>-uitstoot (sinds 1990):

b. de kosten:

**12** Vind jij dat de Nederlandse regering meer kernenergie in zou moeten zetten om het gebruik van fossiele brandstoffen terug te dringen? Motiveer je antwoord.