

Overzicht energiebronnen (2021)

1. fossiele energie	raakt binnen 50 jaar op (behalve steenkool) en veroorzaakt veel CO ₂
2. zonne energie	vraagt enorme oppervlaktes, het rendement kan ooit nog 2 keer zo hoog worden
3. windenergie	vraagt enorme oppervlaktes, het theoretisch maximale rendement is bijna bereikt
4. waterkracht	weinig, misschien ooit ook energie uit getijdenstromen
5. biobrandstof	weinig, verwoest de regenwouden
6. geothermisch	weinig, wel veel voordelen
7. waterstof	is geen energiebron, maar een energiedrager, geschikt voor opslag van energie
8. kernenergie	geen CO ₂ , genoeg Uranium voor de komende 75 jaar, Thorium meer dan 1000 jaar
9. kernfusie	geen CO ₂ , in theorie onbeperkt beschikbaar, maar voorlopig nog niet gerealiseerd

1. fossiele energie

Fossiele energiebronnen zijn: aardolie (benzine), aardgas en steenkool. Bij verbranding ontstaat veel CO₂. Bij dezelfde hoeveelheid nuttige energie is dat bij benzine evenveel als bij steenkool. Bij aardgas de helft.

2. zonne energie

Bijna alle energiebronnen op aarde (fossiele brandstoffen, biomassa, wind, zon en waterkracht) vinden hun oorsprong in zonne-energie. Uitzonderingen zijn: geothermische energie, kernenergie en energie afkomstig van de maan. (getijdencentrales).

De meest directe energiebron is de licht- en warmtestraling van de zon. Deze energiebron is schoon en onuitputtelijk en daar zullen we het in de verre toekomst voor een groot deel van moeten hebben.

De energie die de zon uitstraalt wordt opgewekt door **kernfusie**. Elke seconde wordt in de zon ruim 4 miljard kilogram massa omgezet in energie, volgens de formule van Einstein. $E = mc^2$

De totale hoeveelheid energie die de zon in **1 seconde** uitstraalt is bijna **1 miljard** keer zoveel als het elektriciteitsverbruik van Nederland in **1 jaar**.

De hoeveelheid zonne-energie die in 1 jaar op de gehele aarde wordt ingestraald is **7000 keer** zoveel als het wereldverbruik van energie.

Door sommige mensen wordt de conclusie getrokken, dat er **dus** geen energieprobleem is.

Men moet daarbij wel het volgende bedenken:

- het aardoppervlak bestaat voor 71% uit water
- de instraling op de resterende 29% is dus: $0,29 \times 7000 = 2000$ keer het wereldverbruik van energie
- een groot deel van de zonne-energie wordt tegengehouden door de bewolking
- voor de opwekking van elektriciteit door zonne-energie, zijn **gigantische oppervlakten** nodig
- er bestaat nog geen efficiënt, grootschalig systeem voor de opslag van zonne-energie
- het rendement van de omzetting van zonne-energie naar elektriciteit is laag

Voor (alleen) de elektriciteitsvoorziening van Nederland zou een oppervlakte van 50 x 50 kilometer met ruim **1 miljard zonnepanelen** nodig zijn.

Het totale energieverbruik (verwarming, auto's, industrie, openbaar vervoer etc.) is nog 3 keer zo groot

Voor de elektriciteitsvoorziening van een huis is een dak geheel bedekt met zonnepanelen een prima idee

Dan wordt al gauw de helft van het elektriciteitsverbruik voor dat huis opgewekt. In de winter gaat dat niet lukken. Voor het totale energieprobleem is zonne-energie (voorlopig?) van weinig betekenis

3. Windenergie

Bij windenergie is het theoretisch mogelijke rendement bijna bereikt. Het grootste Nederlandse windpark in zee, Gemini, omvat 150 windturbines van 4 megawatt op een oppervlakte van ruim 8 x 8 kilometer.

Voor (alleen) de elektriciteitsvoorziening van Nederland zouden 44 windparken van dit formaat nodig zijn. Dat is een oppervlakte van 55 x 55 kilometer met **6600 windturbines** van 4 megawatt

4. waterkracht

De grootste waterkrachtcentrale ter wereld staat in China. Dat is de Drieklovendam. Die levert 3% van het elektriciteitsverbruik van China. In Zwitserland wordt veel elektriciteit door waterkracht opgewekt, maar dat is niet meer voldoende. Inmiddels wordt daar 40% van de energiebehoefte opgewekt door kernenergie.

5. biobrandstof

Biobrandstof is geen optie. Het aandeel biobrandstof bij de Nederlandse elektriciteitsproductie is **8%**. Stel, dat die biobrandstof alleen uit hout zou bestaan. Men moet dan denken aan jaarlijks ongeveer **80 000** goederenwagons met 50 ton hout. Zo'n hoeveelheid kan alleen worden verkregen door massale houtkap in tropische regenwouden en niet door wat snoeihout.

Het rendement van de omzetting van zonne-energie naar hout is slechts **1%**

- 80 000 goederenwagons met 50 ton hout = 4 miljard kilogram
- dat is een trein met een lengte van 800 kilometer
- voor het produceren van 4 miljard kilogram hout moeten **jaarlijks** alle bomen op een oppervlakte van 63 x 63 kilometer worden gekapt
- voor een "CO2-neutraal" gebruik van hout, moet de aanplant van nieuwe bomen even snel plaats vinden als het kappen, dus **jaarlijks** een nieuwe aanplant op een oppervlakte van 63 x 63 kilometer. Dat is dus nodig, voor slechts **8%** van de elektriciteitsproductie in Nederland (= 8,5 miljard kilowatt-uur).

6. geothermische energie

Geothermische energie wordt nog maar weinig toegepast. De verkregen temperatuur van het opgepompte water is te laag voor een efficiënte productie van elektriciteit. Wel kan men het gebruiken voor verwarmingsdoeleinden. Er ontstaat geen CO₂ en de produktiefactor is 100%

7. waterstof

Waterstof is **geen** energiebron. Het moet eerst worden gemaakt, meestal via elektrolyse (ontleding) van water. Dat gaat met een rendement van 70%. Met waterstof kan weer elektriciteit worden gemaakt in een brandstofcel (50%) of met een gasturbine (40%). Waterstof wordt hierbij gebruikt voor de tijdelijke opslag van elektrische energie. Het cycluserendement (elektriciteit > waterstof > elektriciteit) is hierbij dus zo'n 30%. Men wil in Groningen een groot waterstofproject bouwen, gecombineerd met een enorm windpark in zee. De totale opbrengst is daarbij ongeveer gelijk aan de opbrengst van 4 middelgrote elektriciteitscentrales

8. kernenergie

In Frankrijk wordt **76%** van de elektriciteit probleemloos door middel van kernenergie opgewekt. Kernenergie met Uranium is bij het huidige verbruik nog zo'n 75 jaar mogelijk. Als het Uranium op raakt, kan men met **Thorium** verder. Thorium kan volledig worden "verbrand" in eenvoudige reactoren. Dit in tegenstelling tot Uranium, waarvan slechts 0,7% kan worden gebruikt. (de isotoop U235) De wereldvoorraad van Thorium is voldoende voor enkele duizenden jaren.

voordelen van kernenergie zijn:

- geen CO₂-uitstoot
- de centrale neemt weinig ruimte in.
- de produktiefactor is bijna 100% (Borssele 94%)

nadelen:

- een (beperkt) radioactief afvalprobleem
- ongelukken met kerncentrales: Harrisburg, Tsjernobyl en Fukushima

Harrisburg

Dit kernongeluk in 1 van de 2 centrales op het Three Mile Island werd in de pers opgeblazen tot een soort wereldramp. De centrale waar het ongeluk had plaatsgevonden zou nooit meer in bedrijf kunnen gaan vanwege de radioactiviteit. Deze centrale is enige jaren na het ongeluk toch weer in bedrijf gegaan.

Tsjernobyl

In deze kerncentrale vond een meltdown plaats als gevolg van een uit de hand gelopen experiment

Fukushima

Deze centrale werd overspoeld door een Tsunami. De centrale stond op de verkeerde plaats, daar aan de kust in Japan. Er vielen overigens geen doden.

9. Kernfusie

Omstreeks **2050** mogen we de eerste praktische resultaten verwachten van kernfusie. Dan kan de mensheid beschikken over een oneindige hoeveelheid "schone" energie. De totale ontwikkelingstijd heeft dan ongeveer 100 jaar in beslag genomen. Men kan zich afvragen of het ooit wel zal lukken om zeer grote hoeveelheden energie op te wekken door middel van gecontroleerde kernfusie.