



# Verkenning Energie landschappen en erfgoed

## MUILWIJK LANDSCHAP ADVIES

Uitgave van Muilwijk Landschap Advies  
Opdrachtgever: Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed  
Opmaak: [www.studiots.nl](http://www.studiots.nl)

Muilwijk Landschap Advies  
Marieke Muilwijk  
[www.mla.nu](http://www.mla.nu)  
[info@mla.nu](mailto:info@mla.nu)

## Verkenning Energielandschappen en erfgoed

Met de Visie Erfgoed en Ruimte (VER) geeft de rijksoverheid invulling aan een goede omgang met het onroerend cultureel erfgoed van nationale betekenis. Voor het cultuurlandschap geldt bij uitstek de noodzaak om verbindingen te zoeken met andere ruimtelijke opgaven en waarde te creëren.

Het deelprogramma Levend Landschap gaat over de synergie tussen erfgoed, economie en ecologie. Energielandschappen zijn vanuit de context van de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed te omschrijven als landschappen waar belangen van erfgoed en energie samenkomen. Deze verkenning geeft inzicht in welke hernieuwbare energiebronnen beschikbaar zijn en er wordt een aanzet gegeven hoe we kunnen komen tot een meerwaarde voor zowel behoud en ontwikkeling van cultureel erfgoed als voor opwekking van alternatieve energie.

December 2012

## Inleiding

De ruimtelijke dimensie van duurzame energie is groot. De productie van duurzame energie legt een extra beslag op de toch al intensief benutte ruimte. Er zijn nieuwe oplossingen nodig om duurzame energie goed in het landschap in te passen en om die te combineren met andere vormen van ruimtegebruik, zoals agrarische productie, wonen, werken, voorzieningen, recreatie, natuur en waterbeheer.

Deze verkenning heeft als doel om enerzijds de energiesector kennis te laten maken met de landschappelijke dimensie van de energietransitie, anderzijds om een overzicht te geven van de diversiteit van de energietransitie.

De uitdaging is daarbij dat duurzame energie geen storende factor wordt, maar een bijdrage levert aan ruimtelijke kwaliteit en nieuwe identiteiten toevoegt. Hoe kunnen nieuwe projecten voor duurzame energie de ruimtelijke kwaliteit van gebieden en plekken versterken in plaats van aantasten? Hoe kan energiewinning op een positieve manier bijdragen aan samenhang tussen beeld, gebruik en betekenis van het landschap?

Tegelijkertijd kan erfgoed een bijdrage leveren aan doelstellingen op het gebied van duurzaamheid en energietransitie. De vraag is hoe we kunnen komen tot een meerwaarde voor zowel behoud en ontwikkeling van erfgoed als voor opwekking van duurzame energie.

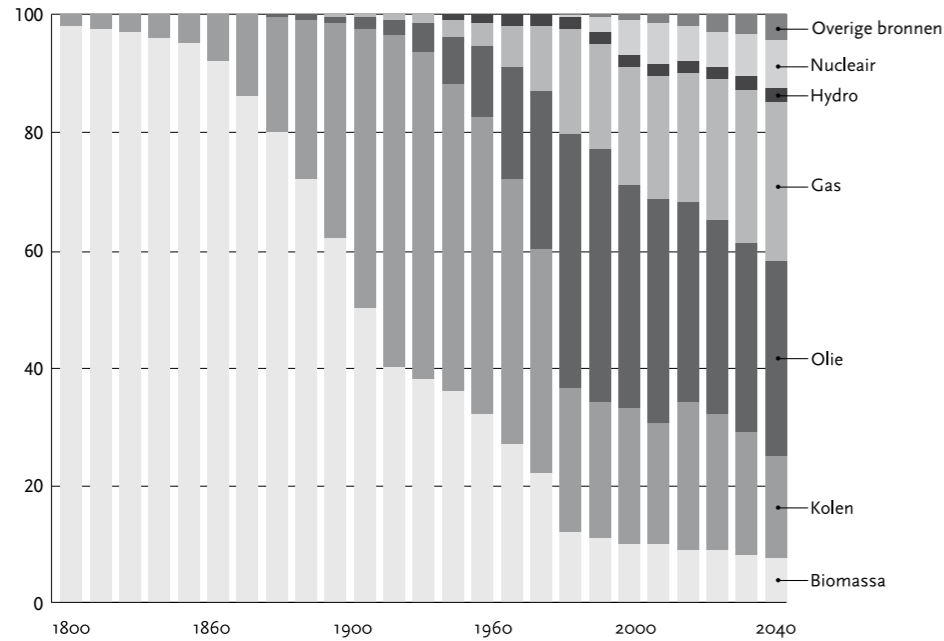
### Achtergrond van de energietransitie

De Rijksoverheid wil het gebruik van wind, biomassa en andere vormen van hernieuwbare energie stimuleren. Dat is beter voor het milieu, maakt Nederland minder afhankelijk van fossiele brandstof en goed voor de economie. In 2010 bedroeg het aandeel hernieuwbare energie 4% van het nationale energieverbruik. De Europese richtlijn voor hernieuwbare energie verplicht Nederland om in 2020 14% van het bruto eindverbruik in Nederland te produceren met hernieuwbare energiebronnen. En om op lange termijn (2050) te komen tot veel minder broeikasgassen (een CO<sub>2</sub>-arme economie), wordt de innovatie van duurzame energietechnieken bevorderd. Voor Nederland liggen de belangrijkste kansen bij windenergie, zonne-energie en biomassa. Deze hernieuwbare bronnen vragen om ruimte.

### Duurzame energie

Duurzame energie is de verzamelnaam voor energie uit natuurlijke bronnen: biomassa,

Wereldwijde verdeling brandstoffen per decennium

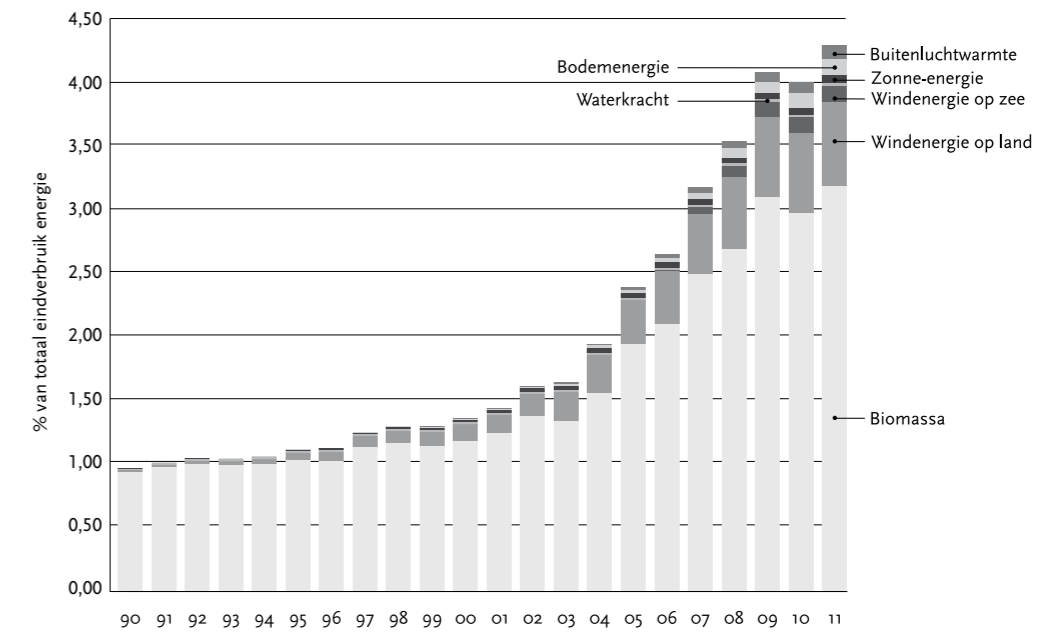


zon, wind, bodem en water. Deze bronnen leveren elektriciteit, (bio)gas en warmte, of een combinatie daarvan. Duurzame energie is onuitputtelijk wanneer gebruik gemaakt wordt van de wind, zon of van aardwarmte of omgevingswarmte. Duurzame energie kan ook gemaakt worden uit hernieuwbare bronnen zoals bijvoorbeeld biomassa. Door gebruik te maken van duurzame, hernieuwbare energie hebben we minder energie uit fossiele bronnen nodig. De voorraad kolen, olie en gas raakt immers ooit uitgeput, en verbranding van fossiele brandstoffen veroorzaakt vervuiling zoals roet en uitstoot van CO<sub>2</sub>.

### Veranderend energielandschap

De winning van energie is van oudsher een belangrijke landschapsvormende factor. Zo is een groot deel van het Nederlandse landschap gevormd door de winning van veen voor de productie van turf. Ook bosbouw en agrarische erfbeplanting hadden vroeger een belangrijke betekenis als leverancier van brandstof. Zeilschepen en windmolens bepaalden lange

Verbruik van hernieuwbare energie naar bron 1990 - 2011



tijd het beeld. Jaknikkers waren tekens van oliewinning, een tweetal jaknikkers wordt zelfs nog actief gebruikt in Zuid-Holland. Van later datum zijn waterkrachtcentrales in de Rijn en de Lek die nu gelden als iconen van het Nederlandse landschap. Met het gebruik van kolen, olie en gas is de energiewinning grotendeels onzichtbaar geworden. Maar nu heeft het gebruik van fossiele brandstoffen om uiteenlopende redenen z'n langste tijd gehad. In de komende jaren zal steeds meer energie afkomstig zijn uit duurzame bronnen.

### Gevolgen voor de ruimtelijke inrichting

Momenteel is biomassa verantwoordelijk voor driekwart van de hernieuwbare energieproductie. Ook in 2020 zal biomassa nog de belangrijkste bron van hernieuwbare energie zijn. De groei van hernieuwbare energie in 2020 wordt met name gerealiseerd door een toename van windenergie; het tot 10 procent bijmengen van biobrandstoffen in benzine en diesel; gebruik van omgevingswarmte; en het stoken van biomassa in kachels en ketels.

De energietransitie heeft grote gevolgen voor de ruimtelijk inrichting van Nederland. Andersom is de ruimtelijke inrichting en het ruimtelijk beleid kaderstellend voor de vormgeving van het toekomstige energiesysteem. Ruimtelijke overwegingen zullen daarom een integraal onderdeel moeten zijn van het energietransitiebeleid. Het ruimtelijk faciliteren van energietransitie is slechts één aspect van energietransitiebeleid. Het beschikken over ruimte is een noodzakelijke voorwaarde maar geen voldoende voorwaarde voor de energietransitie. Een veelheid aan andere factoren bepaalt of de energietransitie daadwerkelijk van de grond komt. Het gaat dan bijvoorbeeld om het investeringsklimaat inclusief stimuleringsbeleid, om de maatschappelijke acceptatie en om de vergunningprocedures. Op veel van deze zaken heeft het ruimtelijk beleid geen invloed.

#### **Energielandschappen de 3de generatie**

*Op initiatief van de Gasunie is in 2005 gestart met het project Grounds for Change, onderdeel van het internationale Bridging to the Future programma. De opdracht was: "Schets een voorstelbaar, nastreefbaar en aantrekkelijk ruimtelijk toekomstperspectief voor Noord-Nederland 2035 waarbij het realiseren van een duurzame energiehuishouding als centraal uitgangspunt geldt." Met dit project zijn in Noord-Nederland de eerste stappen gezet om de wereld van energie en de ruimtewereld te verbinden. De ruimte, de omgeving en het landschap zijn voor het streven naar een moderne, duurzame energiehuishouding van het grootste belang. De kwaliteit van de ruimte en de noodzakelijke en waardevolle rol van een ruimtelijke strategie zijn een voorwaarde voor het aanboren en verbinden van lokale en regionale energiebronnen en -dragers. Deze bronnen en dragers zijn vervolgens weer onderdeel van een integraal energielandschap waarbij lokale en regionale netwerken naast, ter aanvulling van en – zo mogelijk – ter vervanging van landelijke en internationale gas- en elektriciteitsnetwerken kunnen dienen. Evenzeer geldt dat ruimtelijke kenmerken, die van regio tot regio verschillen, mede van invloed zijn op de wijze waarop de toekomstige energiehuishouding zich ontwikkelt.*

Bron: Noorman, K.J. & G. de Roo (eds.), 2011

## **Rijksbeleid**

De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) schenkt aandacht aan energie en zijn ruimtelijke consequenties. Het biedt gebiedsgerichte basiskaarten met de nationale belangen en opgaven voor ondermeer windenergie en de tracés voor het hoogspanningsnetwerk en de buisleidingen. Een nationaal kader, dat het belang van de voor de energie opgave noodzakelijke ingrepen afweegt, ontbreekt. Voor enkele onderwerpen is nu al duidelijk dat het bestaande ruimtelijk rijksbeleid niet volstaat en dat de komende jaren nieuw rijksbeleid in de vorm van structuurvisies nodig is. Hierbij gaat het om ruimtelijke inpassing van windturbines, ruimtelijke visie op gebruik van diepe ondergrond voor (energie)doeleinden en ruimtelijke inpassing van hoogspanningsnet op zee en op land, met name voor afvoer windstroom op zee en verbindingen over landsgrenzen (Europees supergrid). Voor CO<sub>2</sub>-opslag en bijbehorende infrastructuur in onderlinge samenhang en in samenhang met (afbouw van) olie- en gaswinning volstaat het ruimtelijk rijksbeleid voor de korte termijn, maar is herziening nodig met het oog op verdere uitbouw op de langere termijn. Ook al is de regie aan de provincies overgelaten, via de financiering van energietechnologie en sectorale regelgeving beïnvloedt het Rijk de ruimtelijke uitkomsten van de energie opgave op regionale schaal. Zo heeft de minister de mogelijkheid zelf direct inpassing van windparken aan te wijzen.

#### *Doelen 2020 2012*

<b>Doelen</b>	<b>2020</b>	<b>2012</b>
Windenergie op land	6000 megawatt	2000 megawatt
Windenergie op zee	6000 megawatt	228 megawatt
Zonne-energie	4000 megawatt	225 megawatt
Bio-energie (uit landschap)	32 PJ	18 PJ

De discussie hoe de energie opgave vertaald moet worden naar de woonomgevingen en het landschap, moet nog gevoerd worden. De nieuwe generatie energietechnieken, gebaseerd op onder andere wind, zon en biomassa zullen net als veen, kolen en gas hun eigen landschappen vormen. De opgave voor 2020 is duidelijk.

### **Mogelijkheden voor de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed**

Met de huidige sectorale insteek worden kansen gemist in dit maatschappelijk beladen dossier. Tegelijkertijd zoekt de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed naar een passende rol binnen de energietransitie. Op rijksniveau zal de komende jaren een aantal bepalende visies moeten worden vastgesteld, waarbij cultureel erfgoed ook moet worden meegewogen. Naast het meedenken, is het vooral ook zaak voor de verschillende overheden om mee te doen. Goed voorbeeld van meedoen, zijn de Green Deals waarin erfgoed en energielandschappen zijn gecombineerd. Innovatieve plannen om vanuit de sector landschap en erfgoed een bijdrage te leveren aan de opwekking van duurzame energie zijn er volop. De uitvoering van deze projecten komt echter slechts moeizaam op gang, met regelgeving en financiering als grootste belemmeringen.

Heel gericht kan de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed een bijdrage leveren aan de energie opgave, door mee te werken aan particuliere initiatieven van bijvoorbeeld landgoedeigenaren die een zonneweide willen aanleggen op hun domein. Of door kennis over historische aanplant in te brengen bij de vorming van een regionale biomassaketten. Via de nog op te stellen certificerings- en verificatiesystemen van biomassa ligt er een kans om landschappelijke en erfgoedwaarden te waarborgen bij productie en verwerking van biomassa (Green Deal 'Rapportage Duurzaamheid Vaste Biomassa voor Energie').



# Voorbeelden

## Duurzame energie voor instandhouding erfgoed



### Groen Goud uit Landschapsonderhoud

Landschap Erfgoed Utrecht, Borgman Beheer Advies bv, stichting Probos, KandT management en Zilverberg advies hebben de haalbaarheid van een regionale markt voor biomassa in het oosten van de provincie Utrecht onderzocht. Dit innovatieve concept is ontwikkeld in het kader van de regeling Mooi Nederland 2010. De studie laat zien dat er goede mogelijkheden zijn om hout, dat vrijkomt uit onderhoud van landschap en bos en nu nog vaak als afval wordt

verwerkt, in te zetten voor lokale energie, zoals warmte uit houtverbrandingsinstallaties.

### Aanbevelingen

Op basis van de rekenresultaten en de discussie met direct belanghebbenden wordt aanbevolen door te gaan met de opzet van een regionale biomassaketen in het gebied. Ondanks het feit dat er in deze fase nog geen sluitende business case voorhanden is zijn daarvoor genoeg aanknopingspunten naar voren gekomen. Hierbij dient gebruik gemaakt te worden van de volgende richtlijnen voor de meest kansrijke aanpak:

1. Zet in op de ontwikkeling van kleinschalige installaties;
2. Ga uit van de in het gebied aanwezige 'hot spots';
3. Beperk het transport tot korte afstanden;
4. Werk lokaal en beperk de stappen in de keten tot een minimum;
5. Kies voor houtinstallaties met lage kapitaalkosten, eenvoudig en robuust;
6. Kies voor toepassingen waarbij de installatie intensief en continue wordt gebruikt;
7. Ontwikkel nieuwe pilots op lokaal niveau en in samenwerking met meerdere leveranciers. Kijk naar de meerwaarde van coöperatievorming;
8. Betrek de gemeente actief bij nieuwe initiatieven;
9. Baseer nieuwe business cases op reëel te verwachten marktprijzen;
10. Laat de verantwoordelijkheid voor nieuwe initiatieven vanaf het begin zoveel mogelijk bij lokale partijen.



### Duurzame landgoederen

Het project Duurzame Landgoederen maakt deel uit van het kennis- en leertraject Monumentale energietransitie van de provincie Gelderland. Doel: het onderling delen van kennis en ervaringen over energiebesparing en -opwekking om zo de financiële exploitatie van landgoederen en buitenplaatsen te verbeteren. De kennis in het traject wordt ontwikkeld voor en door eigenaren en beheerders van landgoederen, bedrijven, kennisinstel-

lingen en de overheid.

Het gaat bij dit project niet alleen om het zelf opwekken van duurzame energie, ook is er aandacht voor energiebesparende maatregelen. Nieuwe methoden kunnen en mogen niet altijd zomaar worden toegepast, dit vraagt om maatwerk.



### Green Deal Groene Gevangenis Veenhuizen

De combinatie van erfgoed en energielandschappen vraagt om minder voor de hand liggende coalities; tussen burgers, ondernemers en overheden; tussen consumenten en producenten; of tussen initiatiefnemers en handhavers. In meer dan 150 Green Deals heeft het Rijk de afgelopen tijd afspraken gemaakt om initiatieven voor een groene en duurzame economische ontwikke-

ling vooruit te helpen. Van heel lokaal en kleinschalig maatwerk tot duurzaamheidsafspraken met een hele sector. Een mooi voorbeeld is het historische gevangenisdorp Veenhuizen in Drenthe met vele monumentale panden dat graag in zijn eigen energie wil voorzien met de biomassa uit de omringende natuur en landbouw.



### Het laadvermogen van cultureel erfgoed

Bij (industriële) erfgoedcomplexen, eventueel in combinatie met het omliggende terrein, kan decentraal duurzame energie opgewekt en opgeslagen worden.

Zo is er een visionair toekomstperspectief gemaakt over de Nieuwe Hollandse Waterlinie. Dit Rijksmonument biedt vele aanknopingspunten om klimaat- en energie-maatregelen te combineren met de andere doelen van de waterlinie. De waterlinie als klimaatlinie, waarbij de

waterlinie als energiecentrale en als verdediging tegen klimaatverandering functioneert.

De ideeën die Ro & Ad Architecten hebben geschetst, hoeven niet overal meteen uitgevoerd te worden: het is een groeimodel.



### Waterkrachtcentrale Sluis 15 Roeven

Sinds de heringebruikname in 1994 van de waterkrachtcentrale Roeven in Nederweert, levert deze centrale jaarlijks 8600 uur stroom aan het openbare elektriciteitsnet, goed voor het energieverbruik van circa 75 huishoudens. Deze elektriciteitslevering zorgt voor een sluitende exploitatie. Onderhoud van installatie en gebouw zijn daarmee structureel geregeld.



### Aardwarmte Fort Vuren

Om de exploitatie van het fort te waarborgen en daarmee de renovatie en het behoud voor de langere termijn te garanderen, is er bij de werkzaamheden op Fort Vuren bewust gekozen voor verwarming middels aardwarmte. De erfgoedlogementen die in de contrescarpgalerij zijn gerealiseerd zijn voorzien van een vloerverwarmingssysteem aangesloten op de aardwarmte installatie.



# Windenergie



## Windenergie op land

Om de doelstelling van 14% duurzame energie in 2020 te halen, wil het kabinet de capaciteit van windenergie de komende jaren fors verhogen. Wind op land blijft de komende jaren één van de goedkoopste manieren om hernieuwbare energie te produceren. Het opgestelde vermogen voor windenergie op land is in 2011 met 79 Megawatt toegenomen. Het totale opgestelde vermogen komt daarmee op 2088 Megawatt (voorlopig cijfer van CBS). Om het nationale doel van 6000 MW in 2020 te halen moet per jaar zo'n 500 MW worden toegevoegd. Dit is een niet eerder vertoond tempo. De trage realisatie is het gevolg van lokale weerstand tegen windmolenparken, te frequente beleidsveranderingen, moeizame toewijzing locaties en gebrek aan financiering.

Het directe ruimtebeslag van een windturbine is klein, enkele tientallen vierkante meters. Rond windturbines gelden planologische regels, waardoor het indirecte ruimtebeslag veel groter is. Het indirecte ruimtebeslag zorgt er enerzijds voor, dat turbines niet overal geplaatst kunnen worden en anderzijds dat bepaalde functies in de directe omgeving van turbines uitgesloten worden. Om een optimaal turbinerendement te halen, kunnen windturbines niet te dicht bij elkaar staan. Windparken – opstellingen met meerdere turbines – nemen daardoor relatief veel ruimte in.

## Rijksstructuurvisie Windenergie op Land

Nieuwe grootschalige windparken zijn nodig om de doorgroei naar 6000 MW op land mogelijk te maken. Vanwege de invloed van grootschalige windparken op de leefomgeving en het landschap en het belang van een goede afstemming met ander ruimtegebruik(ers), is het Rijk bezig met de Structuurvisie Windenergie op Land. Het Rijk wil grootschalige windparken concentreren in een beperkt aantal windrijke gebieden en in landschappen waar windmolens goed passen. De voorkeur gaat uit naar grote haven- en industriegebieden, grootschalige open agrarische productielandschappen, in en langs grote wateren (zoals het IJsselmeer) en langs wegen en spoorlijnen. De Structuurvisie Windenergie op Land legt de keuze voor deze gebieden vast.

Hierdoor is het voor bedrijven en burgers duidelijk welke gebieden het Rijk geschikt vindt voor grootschalige windparken, welke afwegingen aan deze keuze ten grondslag liggen en onder welke (ruimtelijke) voorwaarden grootschalige windenergie in beginsel mogelijk is. De

structuurvisie is zo ook een ruimtelijk toetsingskader voor initiatieven voor grootschalige windparken waarvoor het Rijk verantwoordelijk is. De structuurvisie regelt niet de precieze locaties en opstelling van grootschalige windparken. Die komen pas aan de orde als er sprake is van een concrete initiatieven door bedrijven.

Naast ruimte bieden aan grote windparken zullen ook kleinere initiatieven voor windenergie belangrijk blijven om de nationale doelstelling te halen. Provincies en gemeenten zijn verantwoordelijk voor de ruimtelijke inpassing daarvan.

## Doelen voor 2020

Het kabinet streeft in 2020 naar 6000 megawatt (48 PJ) opgesteld vermogen aan windturbines op land.

### **Mondiale potentie windenergie**

*Er kan wereldwijd 250 Terawatt aan windenergie worden geproduceerd (huidig wereldwijde energieverbruik is 15 Terawatt). Als er alleen in kustgebieden wordt gebouwd is het potentieel 80 Terawatt. Alleen gebouwd in gebieden met meeste en hardste wind: 7,5 Terawatt.*

Jacobson & Archer, 2012

## Windenergie op zee

Windturbines op zee brengen in vergelijking met windturbines op land verschillende voordelen met zich mee. Op zee waait het vaker en stabiel (minder verstoring) wat de opbrengst ten goede komt. Er zijn op zee minder partijen die zich aan het zicht of geluid storen. Bovendien biedt de zee een groot oppervlak met meer ruimte, en dus een groot potentieel en meer mogelijkheden dan op land om tot optimale ontwerpen voor windparken te komen. Daar staat tegenover dat de bouw en het onderhoud van windparken op zee per eenheid geleverde energie twee keer zo duur is als windenergie op land.

Het directe ruimtebeslag van een windturbine is klein. Vanwege externe veiligheid (in verband met scheepvaart en dergelijke) en een minimale afstand tussen de turbines (om een

hoger rendement per turbine te realiseren) is het indirecte ruimtegebruik veel groter. Er zijn ontwerpgedachten over het meekoppelen van windenergie op zee met andere belangen, bijvoorbeeld aquatische biomassa, CO<sub>2</sub>-opslag en waterkracht. De ruimtelijke bevoegdheden op zee liggen bij het ministerie van Infrastructuur en Milieu, dat de vergunning moet afgeven op grond van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken. Het Nationaal Waterplan wijst windenergiegebieden aan en benoemt zoekgebieden ten behoeve van aanvullende windenergiegebieden, voor een totaal windenergievermogen van 10.000 MW. Binnen die gebieden lopen tenders voor projecten. Er is een globaal zoekgebied aangewezen voor de langere termijn. Vanwege de hoge exploitatiekosten van wind op zee op grotere afstand van de kust, wordt voor de kortere termijn voor de Hollandse Kust aanvullende ruimte voor 3.000 MW gezocht. De Waddenzee is uitgesloten van gebruik voor windenergie. In de tussen het Rijk en de Nederlandse Wind Energie Associatie (NWEA) afgesloten Green Deal Offshore Wind was voorzien dat tijdens de vorige kabinetsperiode sterk zou worden ingezet op kostprijsreductie en innovatie en de uitrol zou worden voorbereid. Deze zou dan uiterlijk 2015 starten. Op dit moment staan er 2 windparken in zee. Samen zijn deze windparken goed voor 228 megawatt (MW) energie.

### Doelen voor 2020

Het kabinet streeft in 2020 naar 6000 megawatt (48 PJ) opgesteld vermogen aan windturbines op zee.

#### **Particuliere energie initiatieven**

*De windmolenmarkt lijkt te kantelen van een 'push-markt', waarbij projectontwikkelaars hun molens bij overheden proberen te verkopen, naar een 'pull-markt' waar vooral consumenten de dienst uitmaken.*

*Zo heeft het energieproject Windcentrale bij 3.000 particulieren 3,5 miljoen euro aan kapitaal ingezameld. Dat is een Nederlands record op het gebied van crowdfunding, een investeringstechniek waarbij particulieren als groep een project of bedrijf financieren. Met het opgehaalde kapitaal is de financiering voor de eerste van twee windmolens in Delfzijl binnen.*

Bron: [www.windcentrale.nl](http://www.windcentrale.nl)



# Zonne-energie

In Nederland zijn voornamelijk 2 technieken in gebruik die zonlicht omzetten in een andere vorm van energie: zonnecollectoren (of zonneboilers) en zonnepanelen.

### **Zonnecollectoren**

Een zonnecollector of zonneboiler gebruikt de energie van de zon om water te verwarmen dat gebruikt wordt in de keuken of de badkamer. Een zonneboiler is een aanvullend systeem op de verwarmingsketel. Het apparaat wordt niet gebruikt voor de verwarming van een woning. Daarvoor is een zonneboilercombi nodig.

### **Zonnepanelen**

Zonnepanelen (PV-panelen) zetten het zonlicht om in elektriciteit (zonnestroom). Het is een gemakkelijk toepasbare en milieuvriendelijke techniek om elektriciteit op te wekken. Teveel opgewekte elektriciteit kan eenvoudig aan het elektriciteitsnet worden geleverd. Ook zijn er steeds meer producten op de markt waarbij zonnecellen geïntegreerd worden in bouwmaterialen, zoals dakbedekking, gevelpanelen of dakpannen.

### **Ruimtelijk beleid**

Er wordt geen ruimtelijk beleid voor fotovoltaïsche zonne-energie (PV) gevoerd. Het realistisch technisch potentieel voor PV in Nederland wordt geschat op 400 km<sup>2</sup> dak- en geveloppervlak in de gebouwde omgeving en 200 km<sup>2</sup> voor PV-centrales op grote grondstukken verspreid over het land (bron: De Noord). Bij PV-cellen op daken en gevels gaat het om multifunctioneel ruimtegebruik waardoor geen extra ruimtebeslag plaatsvindt. Dat ligt anders bij ruimte voor PV-centrales op land, daar is wel sprake van een direct ruimtebeslag, hoewel ook daar combinatie van functies niet is uitgesloten. Indien voor PV-centrales gekozen wordt, is een ligging in zonrijke gebieden, dus nabij de kust, te prefereren. Het verschil in zoninstraling binnen Nederland bedraagt een paar procent.

### **Doelen voor 2020**

De Rijksoverheid wil in 2020 vier gigawatt aan zonnestroom hebben gerealiseerd. Een ambitieus doel, wetende dat er eind 2011 132,6 megawatt aan zonnestroom is geïnstalleerd. Prognoses wijzen erop dat de capaciteit eind 2012 is uitgegroeid naar 225 megawatt.



# Bio-energie

Biomassa is de belangrijkste bron van hernieuwbare energie en wordt op vele manieren gebruikt. De drie belangrijkste grootschalige toepassingen zijn: afvalverbrandingsinstallaties, het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales en het gebruik van biobrandstoffen in het wegverkeer. Daarnaast zijn er houtketels en -kachels voor warmte bij bedrijven en bij huishoudens. Naast direct verbranden, kan de biomassa ook eerst worden omgezet in biogas, wat op stortplaatsen gebeurt.

Biomassa is een hernieuwbare energiebron die als vervanger voor fossiele brandstoffen dient. Hoewel bij de verbranding van biomassa gewoon CO<sub>2</sub> vrijkomt, wordt de verbranding van biomassa beschouwd als een CO<sub>2</sub>-neutraal proces. De CO<sub>2</sub> die bij verbranding van biomassa vrijkomt is namelijk eerst door de planten uit de atmosfeer gehaald.

### Bronnen van biomassa

Verreweg de belangrijkste binnenlandse biomassa-bronnen in Nederland zijn reststromen: afgewerkte oliën en vetten, nat organisch afval, onbehandeld hout, reststoffen van landbouw en landschapsonderhoud, huisvuil (voor zover van biologische oorsprong).

Energiegewassen die in Nederland geteeld zijn, vertegenwoordigen nu – en naar verwachting ook in de toekomst – slechts een beperkt deel van het binnenlandse biomassa-aanbod.

Energiegewassen zoals snelgroeiende wilg, populier, miscanthus, hennep of riet worden beschouwd als energiebronnen voor de langere termijn. Om de energiedoelstellingen te halen is Nederland nu deels afhankelijk van geïmporteerde biomassa.

#### **Energieteelt**

*Het Platform Groene Grondstoffen verwacht dat in 2030 tussen 0 en 105 PJ primaire energie uit Nederlandse energiegewassen wordt geproduceerd. Dit komt overeen met 0-3% van het totale primaire energieverbruik in 2008. Hierbij wordt uitgegaan van energieteelt op landbouwgrond en gebruik van gras afkomstig van graslanden voor biomassa-productie.*

*De teelt van wilgen en riet kan in 2050 tussen circa 100 en 200 PJ aan primaire energie opleveren, afhankelijk van de gekozen mix van wilgen en riet. Dit is 3-6% van het totale primaire energieverbruik in 2008.*

### Bij- of meestoken biomassa in kolencentrales

Een van de goedkoopste opties voor hernieuwbare energie in Nederland is het bij- en meestoken van biomassa in kolencentrales. In de Green Deal met de energiesector is afgesproken dat kolencentrales tot 2015 10% biomassa blijven bijstoken. Hierbij is aangegeven dat het moet gaan om duurzame biomassa. Deze duurzaamheidscriteria moeten nog wel verder worden vormgegeven.

### Van biomassa tot biogas

Biogas wordt geproduceerd door het vergassen of vergisten van biomassa. Het methaan dat hierdoor ontstaat, werd tot voor kort met name gebruikt voor de productie van (hernieuwbare) elektriciteit. Biogas kan ook fossiele brandstoffen vervangen bij de productie van duurzame warmte.

Natte organische afvalstromen zijn vaak geschikt om te worden omgezet in biogas via vergisting. Dat gebeurt in veel rioolwaterzuiveringsinstallaties en ook in afvalwaterzuiveringsinstallaties in de industrie. Ook wordt veel biogas gemaakt uit vergisting van mest samen met ander organisch materiaal (co-vergisting van mest).

In het autoverkeer is winst te behalen door benzine en diesel (deels) te vervangen door biobrandstoffen. Op dit moment bevat brandstof aan de pomp enkele procenten biobrandstof. In 2020 moet dat 10% zijn.

### Duurzaamheid van biomassa

In hoeverre bio-energie duurzaam is, hangt af van de grondstoffen die worden gebruikt. De teelt van duurzame biomassa, mag niet concurreren met voedselproductie. Ook mag de productie niet tot teveel CO<sub>2</sub>-uitstoot leiden. Om die reden wil het kabinet zo snel mogelijk de huidige (1e generatie) biotransportbrandstoffen vervangen door duurzamere (2e en 3e generatie) biotransportbrandstoffen. Deze laatste soort wordt gemaakt van afval, residuen of houtachtige bronnen.

### Ruimtelijk beleid

Er wordt geen actief ruimtelijk beleid voor teelt van energiegewassen gevoerd. Wel zijn er (fiscale) stimuleringsmaatregelen voor biomassateelt. In lokale en regionale ruimtelijke

plannen is biomassa wel een bron voor inspiratie; dat geldt voor de benodigde havens, als ook voor de herinrichting van landschappen. Bij dat laatste zijn biogewassen een middel om landschapsherstel vorm te geven.

### **Doelen voor 2020 (biomassa uit landschap)**

- Partijen streven ernaar dat de NBLH-sector (Natuur, Bos, Landschap en Houtsector) uiterlijk in 2020 jaarlijks voor minimaal 1700 kton droge stof (32PJ) aan biomassa levert uit natuur, bos, landschap en de houtketen, voor energieopwekking van duurzame energie en andere toepassingen.
- Partijen dragen bij aan de generiek vastgelegde reductie van broeikasgassen door de agrosector per 2020.
- Partijen realiseren bovengenoemde doelen, onder de randvoorwaarden van het cascade-principe, biodiversiteit en andere duurzaamheidsrandvoorwaarden.
- Biomassa aanbieden die voldoet aan de behoeftes en mogelijkheden van de afnemersmarkt, en meer houtgebruik bevorderen in productieprocessen en toepassingen.
- Transport en de logistiek verzorgen van de biomassa die is geproduceerd volgens afgesproken specificaties.
- Partijen streven naar een level playing field, om export te voorkomen van biomassa die in Nederland kan worden ingezet. Waar kan wordt ingezet op benutting van lokaal gewonnen biomassa voor lokale toepassing.

#### **Energie uit landschap**

*De meest voorkomende biomassaströmen uit het landschap zijn hout, gras, riet en heide. Hiervan zijn hout en gras de belangrijkste. Wanneer deze biomassaströmen vrijkomen bij natuur- en landschapsonderhoud, bestaat deze biomassa voor een belangrijk deel uit water. 2 ton vers hout met een vochtpercentage van 50% komt overeen met 1 ton droge stof.*

*Wanneer alle bijgroei aan biomassa uit de ruim 600.000 ha. Nederlandse natuur zou worden aangewend voor de productie van energie dan zou dit ongeveer neerkomen 3 miljoen ton droge stof biomassa x 18 GJ /ton droge stof = 54 petajoule*

*(PJ). In de praktijk is dit niet haalbaar: een deel blijft achter in de vorm van wortelmasse of groter wordende bomen en een deel blijft achter en wordt in de natuur afgebroken. Een deel wordt gebruikt voor hoogwaardige producten zoals zaaghout of plaatmateriaal voor de industrie of gras als veevoer. Een haalbare hoeveelheid oogstbare biomassa die benut kan worden voor energie (of voor andere Bio Based Economy doeleinden) is ongeveer 25%: 12 - 15 PJ.*

*In deze 15 PJ zijn bv. bermgras, hout uit laanbomen, biomassa uit stedelijk groen en slootmaaisel niet opgenomen. Dit kan ca. 10 PJ opleveren.*

*Op de 3400 PJ die Nederland verbruikt is 15 PJ ongeveer 0,5%.*

Bron: F. Debets, 2012



Bij aardwarmte wordt vanuit grote diepte, minimaal 500 meter, warm water opgepompt. De overheid stimuleert het gebruik van aardwarmte (ook wel geothermie). Onder andere door de financiële risico's voor ondernemers die een aardwarmteproject willen starten, te beperken.

### **Aardwarmteprojecten**

In Nederland zijn op het moment meerdere aardwarmteprojecten. Onder andere bij een tuinbouwbedrijf in Pijnacker. Hier worden sinds begin 2011 4 hectaren kamerplanten verwarmd met aardwarmte. Het tuinbouwbedrijf is het eerste bedrijf in Nederland dat de aardwarmte ook aan anderen levert. Zo delen een zwembad, een school, een sportcentrum en andere kwekers mee in het warme water.

### **Bodemwarmte**

Behalve uit de diepere aardkorst kan warmte ook onttrokken worden uit de bovenste aardlagen (maximaal 500 meter). Deze zogeheten bodemwarmte ontstaat door zonlicht. In Nederland wordt bodemwarmte op 2 manieren gebruikt:

- Een gesloten buizensysteem waarin water wordt rondgepompt. Het water in de buizen warmt op in de grond en geeft de warmte af als het weer aan de oppervlakte komt. Met een warmtewisselaar worden gebouwen verwarmd of gekoeld (in de zomer). Dit systeem wordt meestal gebruikt in woningen of kleine kantoren.
- Warmte Koude Opslag. Hierin wordt water opgepompt waarmee de winterkou gebruikt wordt in de zomer ruimtes te koelen. De zonnepwarmte wordt opgeslagen in de bodem. In de winter kan de opgeslagen zonnepwarmte weer worden gebruikt voor verwarming. Warmte-koude-opslag wordt vooral toegepast in kantoren, industrie en glastuinbouw. Gebruik in woningen is nog niet rendabel.

### **Doelen voor 2020**

De overheid heeft als doel gesteld om in 2020 11 petajoule te produceren uit aardwarmte. Dit is evenveel warmte als nodig is om ongeveer 150.000 huishoudens en 500 hectaren glastuinbouw of 275.000 huishoudens te verwarmen. Ook voor na 2020 heeft aardwarmte theoretisch groot potentieel. De acties uit het Actieplan Aardwarmte moeten ervoor zorgen dat de doelstelling voor 2020 gehaald wordt.



### **Waterkracht**

Deze vorm van energie wordt gewonnen uit stromend of vallend water. In Nederland staan 7 waterkrachtcentrales met een vermogen groter dan 0,1 megawatt.

De elektriciteitsproductie is in 2011 bijna gehalveerd ten opzichte van 2010 en was de afgelopen 20 jaar nog niet zo laag. De totale productie wordt gedomineerd door drie centrales in de grote rivieren (meer dan 90 procent van het vermogen). Sinds 1990 zijn er geen grote waterkrachtcentrales bijgekomen. De jaarlijkse variatie in productie wordt daarom sterk bepaald door de variatie in de watertoevoer in de grote rivieren. Van het totale eindverbruik van hernieuwbare energie komt 0,4% voor rekening van waterkracht.

### **Omgevingswarmte**

Dit is warmte die normaal gesproken verloren gaat (bijvoorbeeld warmte afkomstig uit afval of ventilatie). Met behulp van warmtepompen kan deze warmte alsnog nuttig gebruikt worden (voor warm water of verwarming).

### **Energie activiteiten op zee**

Naast traditionele activiteiten zoals olie- en gaswinning komen op zee ook nieuwe energiegerelateerde activiteiten in beeld. Ten eerste gaat het dan om hernieuwbare bronnen zoals windenergie, golf- en getijdenenergie, aquatische biomassa en 'blauwe energie' (energiewinning door zout en zoet water te mengen). Ten tweede gaat het om eventuele CO<sub>2</sub>-opslag onder de zeebodem. Ten slotte is grootschalige energieopslag op zee niet uit te sluiten.

### **Energiefuncties en de ondergrond**

De ondergrond kan verschillende functies vervullen in een toekomstig energiesysteem. Ten eerste kan energie uit de ondergrond gewonnen worden: aardolie, aardgas en geothermische energie. Ten tweede kan energie ondergronds worden opgeslagen: warmte en koude, (aard)gas en energie in de vorm van perslucht of door middel van ondergrondse pompaccumulatie. Ten slotte kunnen energiegerelateerde afvalproducten ondergronds worden opgeslagen: CO<sub>2</sub>, kernafval of afval(vloeistoffen) uit olie- en gaswinning.

### **Infrastructuur voor energietransport**

De vraag naar transportcapaciteit voor elektriciteit zal naar verwachting groeien als gevolg van verschillende factoren. Ten eerste neemt de vraag naar elektriciteit toe. Ten tweede neemt het aanbod van elektriciteit toe, door ontwikkeling van nieuwe productielocaties (bijvoorbeeld offshore en decentrale locaties op land). Ten derde neemt de vraag naar transportcapaciteit autonoom toe door verdere ontwikkeling van een Europese energiemarkt. Netbalancing (het accommoderen van pieken en dalen in vraag en aanbod) is de grote uitdaging voor het hoogspanningsnet in de komende decennia. Dit kan bereikt worden door het inbouwen van flexibiliteit in het systeem, onder meer door het fors uitbreiden van de Europese verbindingen over de landsgrenzen heen. Dat zorgt voor uitmiddelen van de pieken, gebruik van flexibele capaciteit elders in Europa, en mogelijkheid voor opslag elders in Europa.

De energietransitie kan leiden tot wijzigingen in de transportinfrastructuur: voor elektriciteit een uitbreiding en verzwaring van het elektriciteitsnet; voor aardgas een geleidelijke afbouw van het distributienet en, indien Nederland 'gasronde' wordt, een uitbouw van het hoofdtransportnet; voor warmte de ontwikkeling van kleinschalige warmtenetten; en voor CO<sub>2</sub> de ontwikkeling van een transportnet. Naar verwachting komt er geen grootschalig transportnet voor waterstof.

### **Ruimte voor grootschalige energieopslag**

Grootschalige opslag van aardgas en elektriciteit kan in de toekomst van belang worden. Voor aardgas gaat het met name om LNG-terminals (vloeibaar aardgas) aan de kust en om ondergrondse opslag in lege gasvelden of zoutkoepels. Voor elektriciteit is nog onduidelijk of grootschalige opslag in Nederland noodzakelijk wordt. Indien nodig kan dat via perslucht in zoutkoepels, pompaccumulatie in de ondergrond of in valmeren op zee. Gegeven alle onzekerheden rondom de opslagbehoefte, zou het Rijk er vooralsnog op moeten toezien dat toekomstig gebruik van de ondergrond voor opslag van gas en elektriciteit mogelijk blijft.



## Bronnen

- Agentschap NL (2012). *Meerjarenvizie 2010-2020 Schone en Zuinige Agrosectoren*. Sector Natuur, Bos, Landschap en Houtketen
- F. Debets (2012). *Rekenen aan biomassa uit het landschap*
- Hoorn, A. van, Evers, D. en Kuiper, R. (2012). *Hoe pas je energielandschappen in?* (artikel in NovaTerra)
- M. Jacobson en C. Archer (2012). *Saturation wind power potential and its implications for wind energy*
- Ministerie van EL&I (2011). *Energierapport 2011*
- Ministerie van I&M (2011). *Verkenning energietransitie en ruimte*
- Ministerie van I&M (2012). *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte*
- Ministeries van OCW en I&M (2011). *Kiezen voor karakter, visie erfgoed en ruimte*
- Noord, M. de, Beurskens, L.W.M. en Vries, H.J. de (2003). *Potentials and costs for renewable electricity generation*
- Noordhoff Atlasproducties (2012). *De bosatlas van de energie*
- Noorman, K.J. & G. de Roo (eds.) (2011). *Ergielandschappen de 3de generatie, over regionale kansen op het raakvlak van energie en ruimte*
- Planbureau voor de Leefomgeving (2012). *Balans van de leefomgeving 2012*
- Platform Groene Grondstoffen (2003). *Biomassa in de Nederlandse energiehuishouding in 2030*
- Stichting Probos ism Borgman Beheer Advies, KandT Zilverberg Advies en Landschap Erfgoed Utrecht (2012). *Groen goud uit landschapsonderhoud*

[www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl)

[www.platfombioenergie.nl](http://www.platfombioenergie.nl)

[www.windenergie.nl](http://www.windenergie.nl)

[www.duurzamelandgoederen.nl](http://www.duurzamelandgoederen.nl)

[www.windcentrale.nl](http://www.windcentrale.nl)

## Gebruikte afbeeldingen

- Omslag Windmolenpark in de Emmapolder in Groningen, met op de voorgrond poldermolen De Goliath uit 1897, foto Siebe Swart
- Blz. 4 Wereldwijde verdeling brandstoffen per decennium, naar Smil, Energy transitions
- Blz. 5 Verbruik van hernieuwbare energie naar bron 1990-2011, naar CBS, 2012 (cijfers 2011 zijn voorlopig)
- Blz. 9 Watermolen bij Kasteel Hackfort, foto Carolien Bentink
- Blz. 10 Groen goud uit landschapsonderhoud, foto [www.kennispleinmooinederland.vrom.nl](http://www.kennispleinmooinederland.vrom.nl)
- Blz. 11 Waterval Klarenbeek, foto [www.bijkrepel.nl](http://www.bijkrepel.nl)
- Blz. 11 Gevangenis Veenhuizen, foto [www.dji.nl](http://www.dji.nl)
- Blz. 12 Nieuwe Hollandse Waterlinie, foto Paul Paris
- Blz. 12 Waterkrachtcentrale Roeven, foto W. Jans
- Blz. 12 Erfgoedlogement Fort Vuren, foto [www.wff.nl](http://www.wff.nl)
- Blz. 13 Windmolens Maasvlakte, foto Marieke Muilwijk
- Blz. 17 Zoneiland Almere, foto NUON
- Blz. 19 Houtsnippers Letland, foto [www.holz.fordaq.com](http://www.holz.fordaq.com)
- Blz. 25 Fort Vuren, foto Adelin Maurice
- Blz. 27 Waterkrachtcentrale in Alphen aan de Maas, foto [www.cmo.nl](http://www.cmo.nl)

## Verklarende woordenlijst

### Blaue energie

Hierbij wordt energie gewonnen door zout water en zoet water te mengen. Bij Harlingen staat een proefinstallatie voor blauwe energie op het terrein van de Frisia-zoutfabriek.

### CO<sub>2</sub> (Koolstofdioxide)

Koolstofdioxide is een kleurloos en reukloos gas dat van nature in de atmosfeer voorkomt, maar in atmosferische concentratie toeneemt door menselijk toedoen omdat het vrijkomt bij de omzetting van fossiele brandstoffen naar energie. Doordat koolstofdioxide infrarode straling absorbeert, vermindert het de uitstraling richting de ruimte van zonnewarmte die de aarde bereikt. Dit wordt het broeikaseffect genoemd, omdat in een kas hetzelfde effect optreedt: kortgolvlige straling kan naar binnen waar ze wordt omgezet in langgolvlige straling die niet meer kan ontsnappen.

### DS (Droge stof)

De energieopbrengst per massa-eenheid biomassa wordt uitgedrukt per massa-eenheid droge stof. Dit omdat het watergehalte van biomassa kan variëren.

### MW (MegaWatt)

De Watt is de eenheid voor vermogen. 1 Watt is 1 Joule per seconde. 1 MW is 1 miljoen Joule per seconde.

### Pellets

Houtpellets zijn kleine staafjes die zijn samengesteld uit houtresten die onder hoge temperaturen samengeperst worden. Door de hoge temperaturen wordt het hout relatief heet, hierdoor zorgen de harsen in het hout ervoor dat de pellets hun vorm behouden.

### PJ (Petajoule)

De Joule is de eenheid voor energie. 1 Joule is de energie die nodig is om een object te verplaatsen met een kracht van 1 Newton over een afstand van 1 meter. 1 PJ is 10<sup>15</sup> J.

### **PV (Fotovoltaïsch)**

Fotovoltaïsche energie is de directe omzetting van (zon)licht in elektriciteit. Een PVcel is een zonnepaneel dat zonne-energie direct omzet in elektriciteit.

### **SDE (Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie)**

De Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie is een algemene maatregel van bestuur en dient om de productie van schone en duurzame energie, o.a. wind op land (wind-energie), warmtekrachtkoppeling, biomassa en fotovoltaïsche zonne-energie financieel te stimuleren.

### **Torrefactie**

Bij het torrefactieproces wordt uit houtachtige biomassa-reststromen een hoogwaardige, vaste biobrandstof vervaardigd. Deze biobrandstof kan worden ingezet voor de duurzame productie van elektriciteit. Deze nieuwe technologie is een doorbraak omdat ze tegen lage kosten een nieuwe biobrandstof realiseert met vergelijkbare brandstofeigenschappen als steenkool. De brandstof is daardoor direct, en op grote schaal, inzetbaar in bestaande elektriciteitscentrales.

### **Wh/kWh/TWh (Wattuur)**

Een Wattuur is de arbeid die wordt verricht of de energie die wordt gebruikt als een vermogensbron 1 Watt gedurende 1 uur moet leveren.

### **WKK (Warmte Kracht Koppeling)**

Warmte-krachtkoppeling is de gecombineerde opwekking van warmte en elektriciteit in één proces, op basis van een brandstof, waarbij de warmte nuttig wordt gebruikt.

### **WKO (Warmte Koude Opslag)**

Warmte Koude Opslag is een methode om energie in de vorm van warmte of koude op te slaan in de bodem, gebruikt om op een later moment gebouwen of kassen te verwarmen en/of te koelen.